

MARCELO REZENDE DA COSTA

**ESTUDO DO COMPLEXO DE LOBOS E DE CANAIS DO SISTEMA
TURBIDÍTICO MODERNO ALMIRANTE CÂMARA – BACIA DE
CAMPOS ATRAVÉS DE IMAGEM SÍSMICA 3D**

Trabalho de Conclusão de Curso
(Bacharelado em Geologia)

UFRJ
Rio de Janeiro
2007



UFRJ

MARCELO REZENDE DA COSTA

**ESTUDO DO COMPLEXO DE LOBOS E DE CANAIS DO SISTEMA
TURBIDÍTICO MODERNO ALMIRANTE CÂMARA – BACIA DE
CAMPOS ATRAVÉS DE IMAGEM SÍSMICA 3D**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Geologia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, apresentado como requisito necessário para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador:

CARLOS JORGE DE ABREU

Rio de Janeiro
JANEIRO DE 2007

COSTA, Marcelo Rezende

Estudo do complexo de lobos e de canais do sistema turbidítico moderno Almirante Câmara – Bacia de Campos.- através de imagem sísmica 3D [Rio de Janeiro] 2006

Marcelo Rezende da Costa - - Rio de Janeiro: UFRJ / IGeo, 2007.

xiv, 048 p. : il.; 30cm

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, 2006.

Orientador: Carlos Jorge de Abreu

1. Geologia. 2. Sedimentologia – Trabalho de Conclusão de Curso. I. Carlos, Jorge de Abreu. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-graduação em Geologia. III. Título.

Marcelo Rezende da Costa

**Estudo do complexo de lobos e de canais do sistema turbidítico moderno
Almirante Câmara (bacia de Campos) através de imagem sísmica 3D**

Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação em Geologia do Instituto de
Geociências, Universidade Federal do Rio
de Janeiro – UFRJ, apresentado como
requisito necessário para obtenção do grau
de Bacharel em Geologia.

Orientador:

CARLOS JORGE DE ABREU

Aprovada em: 23 de janeiro de 2007

Por:

P\ Orientador: Carlos Jorge de Abreu (UFRJ)

Jadir da Conceição da Silva (UFRJ)

Erick Alves Tomaz (Halliburton)

UFRJ
Rio de Janeiro
2007

Dedico esta dissertação à Nazareth, minha mãe, ao meu pai Augusto (*in memoriam*), a minha madrinha Maria Cristina (*in memoriam*) e demais familiares que sempre me apoiaram para que em algum dia eu pudesse me tornar um profissional de geologia.

Agradecimentos

Ao professor Carlos Jorge de Abreu pela paciência e forma como me orientou nesta monografia. Agradeço também por sua total confiança e dedicação a minha pessoa na realização deste importante trabalho, sempre se mostrando muito atencioso às minhas dúvidas, até mesmo nos finais de semana e feriados dos quais se prestou a me servir.

A empresa Schlumberger Information Solutions pela cessão do programa PETREL.

Ao Projeto CT Petro pela cessão dos dados CANYON.

Aos colegas da empresa Schlumberger Alexandre Filgueiras, Talita Lammoglia, Noeli, Bernardo Portugal, João Gomes e em especial Simone Nabuco Corrêa por sua primordial atuação não só no início do trabalho, mas também através de seu papel como consultora do software PETREL, pois sem o qual não seria possível a execução do mesmo.

Ao GEDAP (Grupo de Estudos de Deposição de Águas Profundas), mais especificamente aos funcionários Viviane Pinheiro e Fábio Zanonni que sempre se mostraram solidários no suporte tecnológico, no que condiz ao uso de terminais, acesso à rede e todo apoio logístico necessário para a realização deste trabalho. Nesse grupo ainda inclui-se o colega Romualdo Vitorino pela ajuda prestada na busca e localização dos dados de sísmica 3D, objeto de estudo deste trabalho.

A colega Gleide por sua importante orientação quanto à criação do modelo de velocidade e esclarecimento na área de processamento sísmico e a colega Alessandra pela sua contribuição na revisão e formatação do texto.

A minha família, especialmente a minha mãe, pelo carinho e dedicação constantes, assim como parentes e amigos que sempre mostraram solidários.

E no mais, agradeço a todos os colegas da Landmark que de alguma forma sempre me deram incentivo para que eu fizesse um bom trabalho de campo IV, destacando-se aí o sempre fiel e companheiro Zaque Alves.

Resumo

REZENDE DA COSTA, Marcelo. **Estudo do complexo de lobos e de canais do sistema turbidítico moderno de Almirante Câmara – Bacia de Campos – através de imagem sísmica 3D**. 2007. xiv, 048 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Este trabalho tem como objetivo estudar o complexo de lobos e canais do sistema turbidítico moderno Almirante Câmara, da bacia de Campos. Atualmente, com a abertura do mercado brasileiro à exploração do petróleo, tecnologias de vanguardas tem sido utilizadas pelas grandes empresas petrolíferas no sentido de descobrir novas reservas em mares cada vez mais profundos. O uso da técnica de imageamento e interpretação de sísmica 3D tem contribuído bastante nesse sentido. Considerando que 90% das reservas brasileiras de hidrocarboneto encontram-se em reservatórios turbidíticos de águas profundas, este trabalho tem o intuito de contribuir em estudos para a descoberta de novas reservas em fronteiras cada vez mais distantes. Usando o *software PETREL* da Cia. Schlumberger foi possível interpretar e imagear corpos turbidíticos depositados durante o pleistoceno/holoceno na bacia de Campos identificando 7 sismofácies previamente reconhecidas por Abreu (2005), onde fora usada sísmica 2D multicanal para a melhor compreensão da história evolutiva do complexo de lobos e canais. Dentre as principais conclusões deste trabalho a mais importante é o efeito da halocinese no arranjo arquitetônico dos lobos no sistema de complexo de lobos e canais do Almirante Câmara, confirmando dessa forma a tese ora sustentada por Abreu (2005).

Palavras-chave: Sísmica 3D; turbidíticos; halocinese.

Abstract

REZENDE DA COSTA, Marcelo. **Study of the lobe and channel complex from the Almirante Câmara turbiditic system (Campos Basin) through 3D seismic imaging**. 2007. xiv, 048 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

This monograph aimed the study of lobes and channels from the Almirante Câmara turbidite system in the Campos basin. Presently the market opening of brazilian oil industry allowed the application of new technologies for exploration. The technique of 3D seismic imaging is a very important one, particularly for the study of deep water sandstones. Considering that almost 90% of the Brazilian petroleum reserves are deep water turbidites, this study contributes to the exploration efforts of the Campos basin depositional analyzes. Using the PETREL program (Schlumberger) it was possible to interpret turbidites bodies deposited during the Pleistocene/Holocene seven seismofacies, previously identified by another study (2D seismic), were recognized. The analysis of the data allowed to understand the effect of salts halokinesis in the geometry of those seismofacies.

Key-Words: 3D SEISMIC; TURBIDITES BODIES; SALTS HALOKYNESIS

Lista de figuras

Figura 1- Mapa de localização da área de estudo destacada pelo retângulo. (Fonte de Gorini <i>et al.</i> , 1998).....	2
Figura 2 - Mapa base do cubo sísmico 3D com as linhas de interpretação <i>strike</i> e <i>dip</i>	3
Figura 3 - Mapa base dos dados de sísmica 2D e 3D superpostos (Matos, 2004).....	4
Figura 4 - Padrões de configurações de fácies sísmicas (Mitchum Jr. <i>et al.</i> , 1977).....	6
Figura 5 - (A) Geometria externa e configuração interna de montiformas, (B) Geometria externa típica de montiformas (Mitchum Jr. <i>et al.</i> , 1977).....	7
Figura 6 - Geometria de preenchimento (A) e Padrões de configurações internas das reflexões sísmicas de preenchimento (Mitchum Jr. <i>et al.</i> , 1977).....	7
Figura 7 – Mapa de localização das bacias sedimentares brasileiras (Cainelli e Mohriak, 1999).....	10
Figura 8 – Seção geológica orientada <i>dip</i> da bacia de Campos (Modificado de Dias <i>et al.</i> , 1990).....	11
Figura 9 – Seção sísmica da bacia de Campos (Modificado de Mohriak <i>et al.</i> , 1995).....	12
Figura 10 -. Linha Sísmica não interpretada do Cânion de Almirante Câmara (Matos, 2004)..	14
Figura 11 - Elementos do sistema turbidítico moderno da bacia de Campos (Machado <i>et al.</i> , 1998).....	15
Figura 12 - Seção sísmica 3D convencional com as zonas que constituem o sistema de complexo de lobos e canais do Almirante Câmara, na visão <i>dip</i> , seção I.....	16
Figura 13 - Seção sísmica 3D convencional mostrando 6 das 7 sismossequências do sistema de complexo de lobos e canais, na visão <i>strike</i> , seção 3. Apenas a sismossequência último evento não aparece nesta figura.....	18
Figura 14 - Linhas sísmicas 3D distribuídas sobre a área do complexo de lobos e canais.....	19
Figura 15 – Sismossequência caótico 1 mostrando a terminação de seus refletores a E. Observe como os refletores terminam tngenciando a superfície do domo salino a NE.....	26

Figura 16 – Sismossequência caótico 2 extensa a NW na região proximal do cânion, zona da calha, visão *dip* em 3D **(A)**. Sismossequência caótico 2 acunhando sob o lobo 3 a SE na região distal do cânion, zona dos lobos, visão *dip* em 2D (Abreu, 2005) **(B)**.....28

Figura 17 - Seção sísmica I, visão *dip*. (A) Seção interpretada mostrando canais modernos erodidos na sismossequência caótico 2, zona da calha. (B) Seção interpretada visualizando os depósitos caótico 2 e caótico 1 na zona da calha.....29

Figura 18 – Sismossequência caótico 2 com geometria externa tabular na visão *strike* em 3D **(A)**. Sismossequência caótico 2 mostrando apenas geometria externa acunhada na visão *strike* em 2D (Abreu, 2005) **(B)**.....30

Figura 19 - Seção 3D convencional mostrando a sismossequência último evento na visão *strike*. **(A)** Seção não interpretada onde a sismossequência último evento aparece com seu típico refletor bem marcante na base. Observar a terminação dos seus refletores em *onlap* sobre a superfície a leste. **(B)** Seção interpretada.....32

Figura 20 – Lobo 1 desconectado na visão *dip* em 3D, mostrando margem irregular a W.....33

Figura 21 – Lobo 3/2 na visão *dip* em 3D mostrando margem irregular a W.....35

Figura 22 - Distribuição das fácies sedimentares superficiais na bacia de Campos. Detalhe do sistema turbidítico na desembocadura do cânion Almirante Câmara. Machado *et al.*, 2004....39

Lista de tabelas

Tabela 1 - Dados das linhas sísmicas 3D que foram reprocessadas.....	3
Tabela 2 - Correlação entre as sismossequências e as sismofácies identificadas para cada unidade sismoestratigráfica.....	17

Sumário

Agradecimentos.....	vi
Resumo.....	viii
<i>Abstrac</i>	ix
Lista de figuras.....	x
Lista de tabelas.....	xii
1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 – Área de Estudo.....	2
2 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	2
2.1 - Dados sísmicos.....	2
2.2 - Sismoestratigrafia.....	4
3 - GEOLOGIA REGIONAL.....	8
3.1 - Evolução geológica da bacia de Campos.....	9
3.2 - O sistema deposicional Almirante Câmara.....	13
3.2.1 - Cânion de Almirante Câmara.....	13
3.2.2 - Calha com complexo de canais.....	14
3.2.3 - Lobos e complexos de lobos.....	16
4 - RESULTADOS.....	17
4.1 - Descrição das Seções Sísmicas 3D, <i>Dip</i> e <i>Strikes</i>	19
4.1.1 - Seção 1 (<i>strike</i>).....	19
4.1.2 - Seção 2 (<i>strike</i>).....	20
4.1.3 - Seção 3 (<i>strike</i>).....	20
4.1.4 - Seção 4 (<i>strike</i>).....	21
4.1.5 - Seção 5 (<i>strike</i>).....	21
4.1.6 - Seção 6 (<i>strike</i>).....	22
4.1.7 - Seção 7 (<i>strike</i>).....	22
4.1.8 - Seção 8 (<i>strike</i>).....	23
4.1.9 - Seção I (<i>dip</i>).....	23
4.1.10 – Seção II (<i>dip</i>).....	24
4.1.11 – Seção III (<i>dip</i>).....	24
4.1.12 - Seção IV (<i>dip</i>).....	25

4.2 – Sismossequências do sistema do complexo de lobos e canais do Almirante Câmara.....	25
4.2.1 - Caótico 1.....	25
4.2.2 - Caótico 2.....	27
4.2.3 - Último Evento.....	31
4.2.4 - Lobo 1.....	32
4.2.5 - Lobo 3/2.....	34
4.2.6 - Lobo 4.....	36
4.2.7 - Lobo 5.....	36
5 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	38
6 - CONCLUSÕES.....	43
Referências bibliográficas.....	44

1 - INTRODUÇÃO

O fundo submarino atual da bacia de Campos é caracterizado pela presença de inúmeras feições indicativas de processos sedimentares, sejam estes decorrentes de fluxos de gravidade, atuações de correntes junto ao fundo e falhas devido à halocinese. Depósitos sedimentares como estes encontram-se também preservados ao longo da coluna geológica e podem ser utilizados na identificação dos processos sedimentares ocorridos ao longo do tempo.

A compreensão dos processos sedimentares e os depósitos formados por sua atuação têm sido objeto de diversos estudos (Figueiredo Jr. *et al.*, 1982, Gorini *et al.*, 1998, Viana, 1998, Viana *et al.*, 2003, Matos, 2004, Pellizzon, 2005 e Abreu, 2005), e sua aplicação na área de petróleo permitiu grandes avanços na área exploratória. Neste sentido, o estudo da arquitetura deposicional 3D do sistema de complexo de lobos e canais do cânion Almirante Câmara, é de grande relevância, tendo em vista que os depósitos formados nesse sistema configuram como excelentes reservatórios de hidrocarbonetos.

O objetivo deste trabalho é analisar através de imagem sísmica 3D o sistema do complexo de lobos e canais do cânion Almirante Câmara para mostrar eventuais diferenças arquiteturais (arquitetura deposicional) entre a visão de sísmica 2D de alta resolução do complexo de lobos (Abreu, 2005) e a sísmica 3D convencional, sendo esta a principal ferramenta utilizada para elaboração deste trabalho. Para essa finalidade foi utilizado um cubo 3D de linhas sísmicas convencionais, onde foram traçadas 8 linhas *strikes* e 4 linhas *dip*, recobrando todo o sistema de lobos e canais, o qual permitiu observar tridimensionalmente as relações de causa e efeito entre a formação do cânion e os processos sedimentares ocorridos ao longo da área imageada. Além disso foi possível visualizar a geometria das seqüências sedimentares e das feições erosivas como canais e estruturas características de movimento de massa.

Sendo assim, será caracterizada a distribuição em volume de cada lobo e do complexo de canais atuais (Machado *et al.*, 1998), dando ênfase aos aspectos internos da arquitetura dos mesmos e na identificação dos padrões sísmicos (sismofácies) presentes.

1.1 - Área de Estudo

A área em estudo está localizada ao norte da bacia de Campos e esta por sua vez é limitada ao norte pelo alto de Vitória e ao sul pelo alto de Cabo Frio (**Figura 1**). Segundo Dias *et al.*, 1990, a bacia situada no litoral do Estado do Rio de Janeiro, abrange uma área aproximada de 100.000 km² considerando a cota batimétrica de 3.400 m, como seu limite oriental. A porção submarina da bacia estende-se para leste, por toda a plataforma e talude continentais e parte da elevação continental, dominada pelo platô de São Paulo.

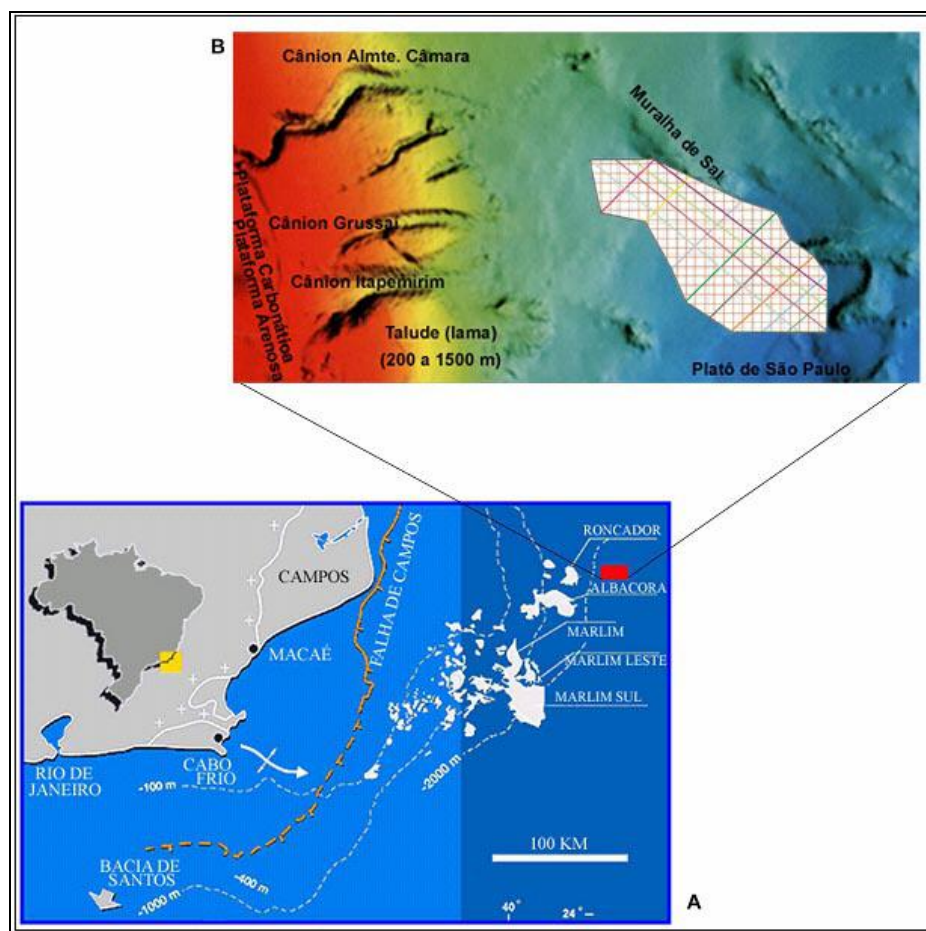


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo destacada pelo retângulo. (Fonte de Gorini *et al.*, 1998).

Este estudo concentra-se especificamente na parte mais distal do cânion submarino Almirante Câmara, nas áreas batiais inferiores, onde são formados os complexos de lobos e canais (Machado *et al.*, 1998).

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - Dados Sísmicos

Para a definição das unidades sísmicas e posterior imageamento foram interpretadas 12 seções de sísmica 3D convencional, num total de 35.209,7 km de linhas sísmicas (440,276 km²) (**Figura 2**). O cubo sísmico 3D utilizado neste trabalho foi reprocessado pela PGS DATA PROCESSING em março de 2002, e alguns parâmetros estão representados na (**Tabela 1**). As seções sísmicas foram cedidas com profundidade de três segundos em tempo duplo de reflexão a partir do nível do mar e se encontram dispostas em uma malha poligonal perfazendo um total de 50 linhas.

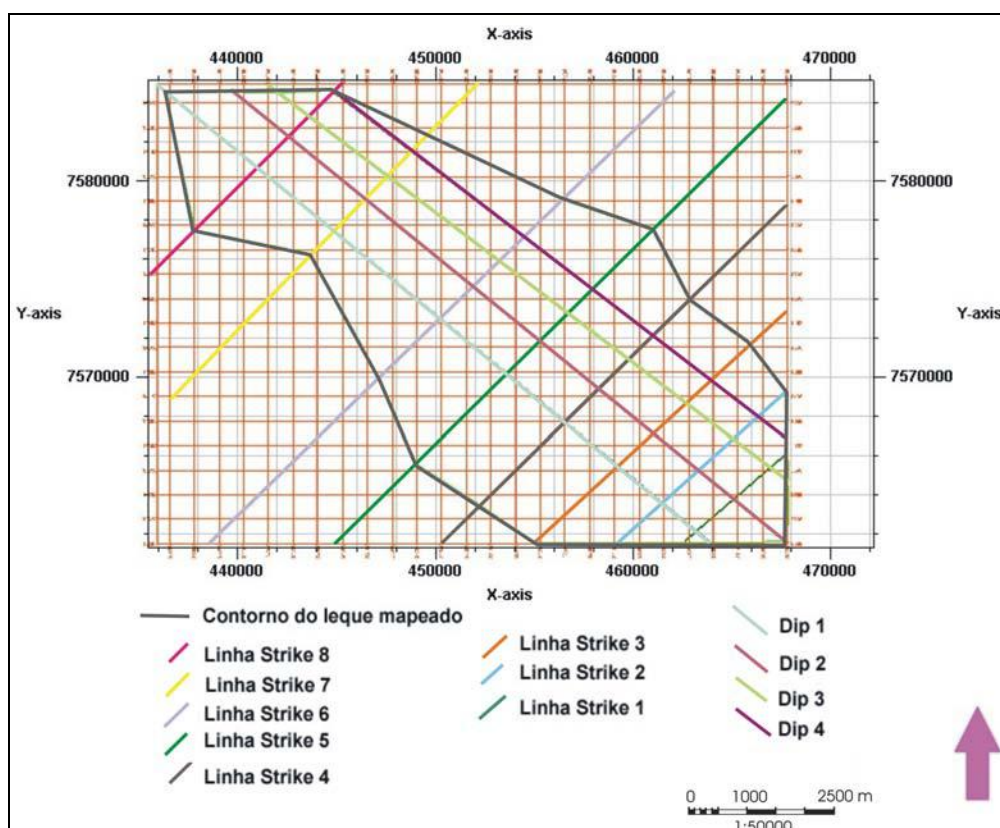


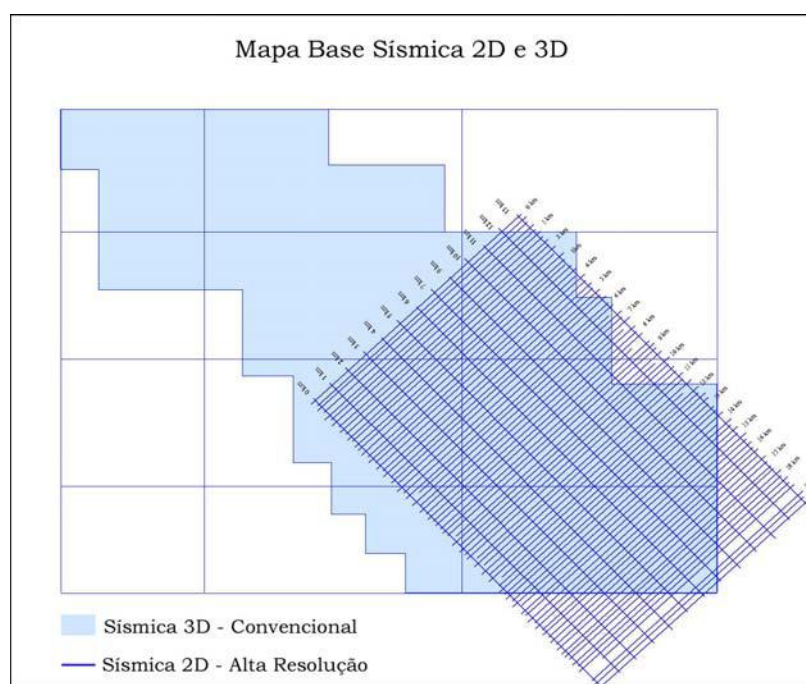
Figura 2 – Mapa base do cubo sísmico 3D com as linhas de interpretação *strike* e *dip*.

O trabalho foi baseado na interpretação destas seções, e sempre que possível confrontando-as com as interpretações em sísmica 2D de alta resolução da área relativa ao complexo de lobos (Abreu, 2005) (**Figura 3**).

Tabela 1 – Dados das linhas sísmicas 3D que foram reprocessadas.

Intervalo de amostragem	2,0 ms
Inline	13620-15580 de 40
Crossline	25780-20740 de 80
Número Total de linhas	50
Comprimento total das linhas	35209,7 Km
Área Total	440,276 Km²

Dessa forma buscou-se identificar possíveis feições não observadas na sísmica 2D multicanal de alta resolução, além de mapear toda a extensão do sistema de complexo de lobos e canais desde a parte proximal, zona da calha, esta sendo uma das maiores e principais feições do sistema turbidítico Almirante Câmara, grandemente canalizada e que serve de duto de sedimentos, até a parte mais distal na região de deposição, complexo de lobos.

**Figura 3** – Mapa base dos dados de sísmica 2D e 3D superpostos (Matos, 2004).

Na interpretação das linhas sísmicas foi utilizado o software *Petrel Seismic Interpretation* - versão 4.0 da empresa Schlumberger, o qual permite o imageamento e por conseguinte a individualização e caracterização das diferentes unidades sísmicas e dos refletores que as delimitam de acordo com as configurações internas das sismofácies marcadas pelos seus refletores sísmicos. Procurou-se identificar mudanças laterais e verticais dos parâmetros de reflexão sísmica e suas formas externas, com associação aos processos

sedimentares atuantes e os depósitos formados por estes. Desde que o padrão de reflexão representa um padrão de estratificação, pode-se inferir consideráveis informações dos processos de transporte, erosão e paleotopografia a partir das unidades de fácies sísmicas, que em síntese é a descrição e interpretação geológica de parâmetros de reflexão sísmica.

2.2 - Sismoestratigrafia

A sismoestratigrafia ou estratigrafia sísmica é um método estratigráfico de interpretação de dados sísmicos, que permite a melhor compreensão da evolução tectono-sedimentar de uma bacia, mesmo que estes não estejam registrados somente em afloramentos de subsuperfície (Vail *et al.*, 1977).

A sismoestratigrafia considera as reflexões sísmicas como o resultado de contrastes geológicos de caráter temporal, isto é, com conotação cronoestratigráfica (Payton, 1977). No entanto não corresponde necessariamente a um contato litológico.

Um conceito chave na interpretação de seqüências sísmicas é o paralelismo dos refletores às camadas e portanto, às superfícies físicas que separam os sedimentos de idades diferentes (Sangree & Widmier, 1977). Este conceito é ressaltado pela tendência de sedimentos estratificados terem grande continuidade lateral. Isto não implica que todos os estratos sejam camadas de composição uniforme; ao contrário, variações laterais são comuns dentro de uma seqüência depositada num determinado intervalo geológico.

De acordo com Vail *et al.*, (1977) as interfaces de reflexão sísmica correspondem às superfícies estratais ou às discordâncias. As superfícies estratais correspondem aos níveis de acamamento, constituindo paleosuperfícies de deposição praticamente síncronas em sua extensão, podendo, todavia, haver pequenas variações temporais. As discordâncias são superfícies de erosão ou não deposição e implicam em um intervalo cronoestratigráfico significativo, mas fisicamente ausente.

Para a caracterização das unidades sismoestratigráficas pode-se tomar como referência a configuração interna de refletores. Segundo Mitchum Jr. *et al.*(1977), as configurações internas mais comumente observadas são as paralelas/subparalelas, divergentes, progradantes, caóticas, transparentes e *hummocky* (**Figura 4**).

As configurações paralelas ou subparalelas indicam uma taxa de sedimentação uniforme entre os estratos, sobre uma superfície estável ou uniformemente subsidente. A configuração divergente pode indicar uma variação em área da taxa de sedimentação e/ou uma progressiva

inclinação do substrato. As configurações progradantes podem ser divididas em oblíquas, que indicam uma combinação de condições de elevado suprimento sedimentar, pouca ou nenhuma subsidência e nível de mar estável, ocorrendo em águas rasas com alta energia durante a deposição; ou sigmoidal que indica baixo suprimento sedimentar, uma subsidência contínua ou subida relativa do nível do mar. Uma única fácies sísmica pode apresentar características de progradante oblíqua e sigmoidal, indicando um ambiente de alta energia onde ocorre à alternância entre processos construtivos e de *bypass* de sedimentos, a esta se dá o nome de sigmoidal-oblíqua. Uma quarta configuração progradante é chamada *shingled*, caracterizada por sua pequena espessura e limites superior e inferior paralelos, sendo associada à deposição em águas rasas. As configurações caóticas consistem em reflexões discordantes e descontínuas, sugerindo arranjos desordenados das superfícies de reflexão, podendo indicar um ambiente de alta energia, onde os sedimentos sofrem deformações durante e/ou após sua deposição. O padrão de configuração transparente são intervalos com ausência de reflexão, podendo indicar pacotes sedimentares intensamente redobrados ou litologias homogêneas demais para a resolução sísmica.

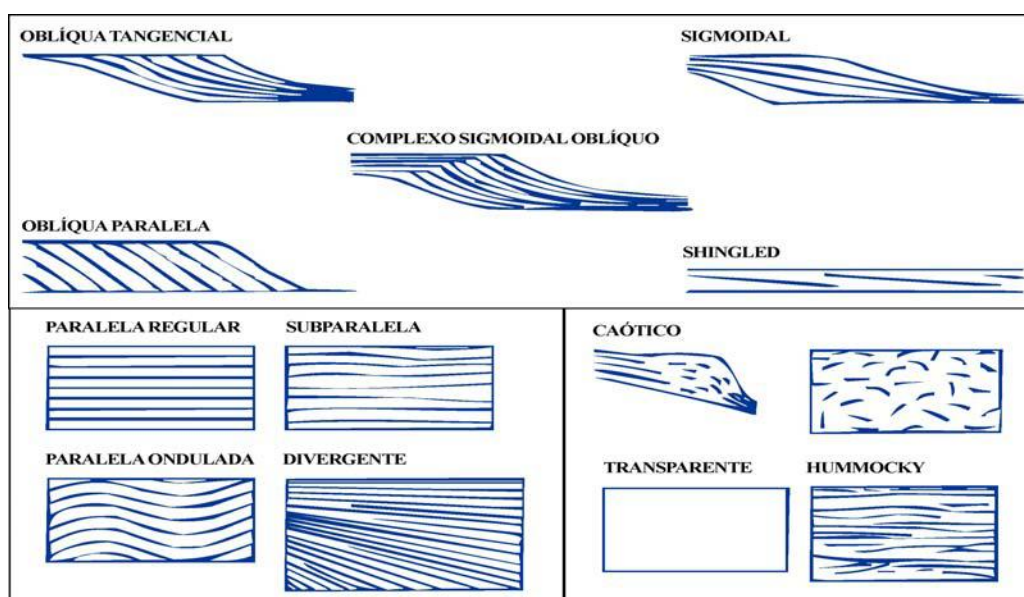


Figura 4 - Padrões de configurações de fácies sísmicas (Mitchum Jr. *et al.*, 1977).

A configuração *hummocky*, caracterizada por refletores descontínuos, irregulares, subparalelos, formando um padrão ondulado segmentado com terminações não-sistemáticas, sendo interpretada como lóbulos de sedimentos interdigitados. Montiformas caracterizam feições deposicionais mais elevadas topograficamente em relação às camadas adjacentes, podendo ser o resultado de processos sedimentares, vulcânicos ou biogênicos (leques de

águas profundas, lobos deposicionais de escorregamento associados a turbiditos, contornitos, recifes e outros tipos de construções) (**Figura 5**).

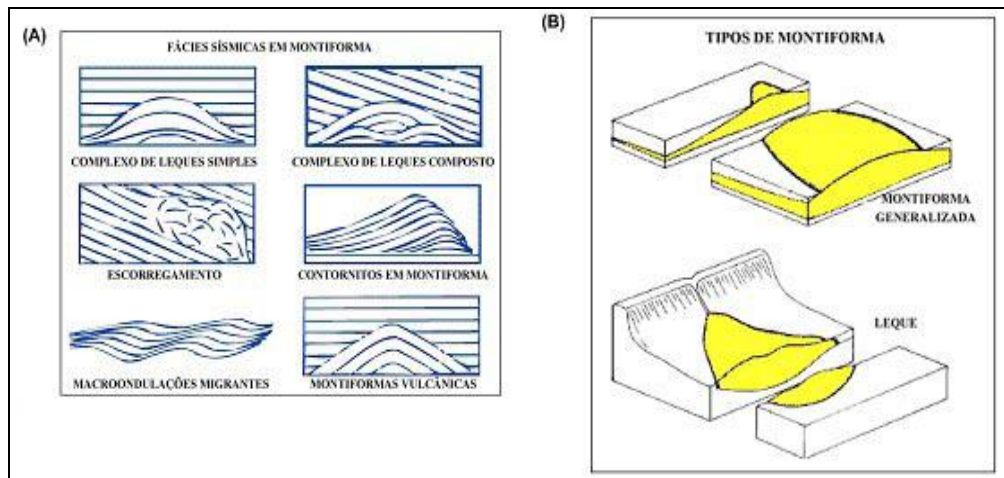


Figura 5 - (A) Geometria externa e configuração interna de montiformas, (B) geometria externa típica de montiformas (Mitchum Jr. *et al.*, 1977).

Um outro meio de caracterização é a observação da geometria de preenchimento, que é interpretada como a sedimentação em feições negativas no relevo da superfície deposicional, como: canais, cânions, calhas estruturais, sopé de talude etc. (**Figura 6**). Sangree & Widmier (1977), observaram associações sistemáticas de padrões de fácies sísmicas com determinadas fácies deposicionais para os sedimentos clásticos.

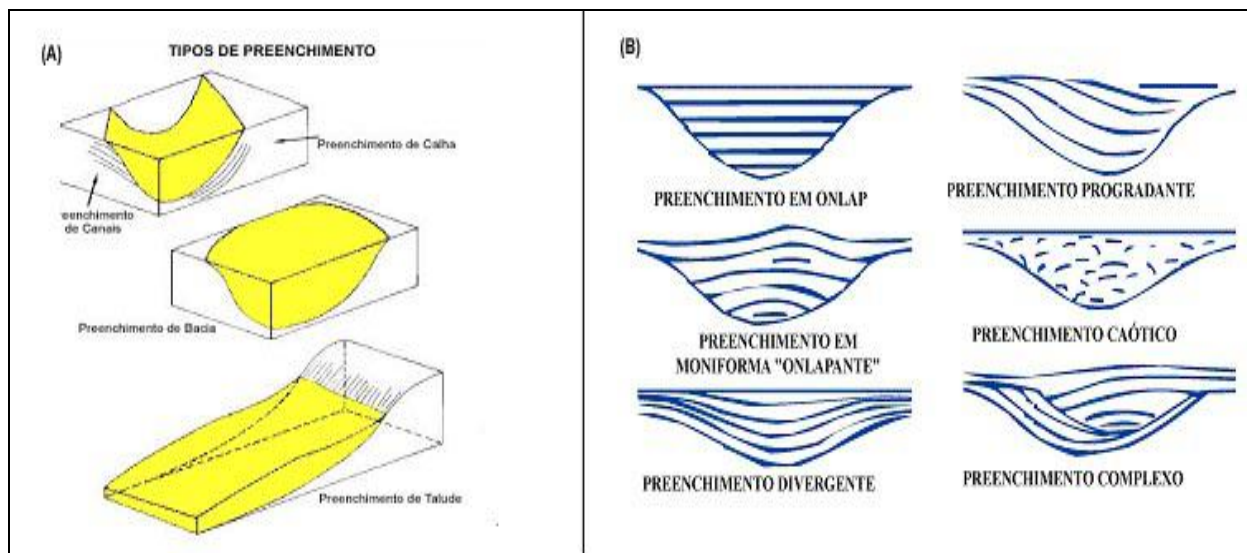


Figura 6 – Geometria de preenchimento (A) e padrões de configurações internas das reflexões sísmicas de preenchimento (B) (Mitchum Jr. *et al.*, 1977).

As fácies sísmicas de talude/fundo de bacia diferenciam-se em vários tipos em função da geometria e da configuração interna, quais sejam: lençol drapeado (*sheet-drape*),

preenchimento de talude (*slope-front fill*), depósitos de leques em montiformas (*mounded fan*), elevações formadas por depósitos de corrente de fundo – contornitos – (*mounded-contourite*), preenchimento em *onlap* (*onlap fill*), preenchimento em *onlap* conjugado com montiformas (*mounded-onlap fill*) e preenchimento caótico (*chaotic fill*). Estes tipos de fácies sísmicas caracterizam-se de acordo com a variação da intensidade de energia, bem como, o respectivo local de deposição.

3 - GEOLOGIA REGIONAL

3.1 - Evolução geológica da bacia de Campos

A evolução geológica da bacia de Campos compreende diferentes estágios, envolvendo o rifteamento de um supercontinente, a formação da crosta oceânica e o desenvolvimento do oceano Atlântico sul. Sua origem foi dominada pelos esforços extensionais que romperam a crosta do Gondwana no cretáceo inferior criando um sistema de riftes. Assim como as demais bacias marginais leste brasileiras, a bacia de Campos tem sua gênese relacionada à evolução tectônica do oceano Atlântico. Cainelli e Mohriak (1999) classificaram os estágios de evolução da margem continental brasileira em quatro megassequências: pré-rifte, continental, transicional e marinha. A megassequência pré-rifte ocorre somente na margem nordeste (ambos *onshore* e *offshore*) e foi também subdividida nas superssequências paleozóica e jurássica. A megassequência marinha pode ser dividida em superssequências restrita e marinho franco

A megassequência pré-rifte representa a fase intracratônica do supercontinente Gondwana, precedendo o rifte sul-americano e formando bacias maiores e suavemente dobradas. A superssequência paleozóica é notavelmente desenvolvida em bacias cratônicas interioranas maiores do Solimões, Amazonas, Parnaíba, e Paraná (**Figura 7**) e é separada da superssequência jurássica por um hiato envolvendo todo o triássico. Um novo pulso de subsidência resultou no desenvolvimento de dobras regionais relacionadas a um estiramento precoce o qual precedeu a fase principal rifte e formou uma bacia maior que é designada como Depressão Afro-brasileira *palinspastic* (Garcia, 1991; Chang et al., 1992). Ela pode alcançar de 100 a 300 m de espessura na bacia Sergipe/Alagoas, recobrindo rochas remanescentes do paleozóico ou embasamento precambriano (Feijó, 1994).

A megassequência continental corresponde ao principal rifte causado pela movimentação divergente das placas tectônicas africana e sul-americana no jurássico superior/cretáceo inferior.

É limitada a oeste por falhas normais sintéticas com deslocamentos variáveis (excetuando 2.000 m nas bacias de Campos e Sergipe/Alagoas), ou por linhas de charneira diminutas na bacia de Santos, e a leste pela porção de transição das crostas continental e oceânica.



Figura 7 – Mapa de localização das bacias sedimentares brasileiras (Cainelli e Mohriak, 1999)

As fases iniciais de subsidência sin-rifte em dobras alongadas e falhadas ocorrem como pacotes espessos de rochas siliciclásticas registradas entre as bacias do Espírito Santo e Sergipe/Alagoas, enquanto as bacias de Santos e Campos foram ocupadas por basaltos toleíticos. Este evento vulcânico, datado de 120 a 130 Ma, é equivalente em tempo a maior extrusão já ocorrida que é o basalto de Serra Geral na bacia vizinha intracratônica Paraná (Mizusaki et al., 1988; Zalán et al., 1990). A megassequência continental na maioria das bacias sedimentares do Atlântico leste é falhada por um mosaico de falhas sintéticas *downstepping* de direção N-S ou NE/SW, às vezes interrompidas por falhas antitéticas, preenchendo uma rede de semi-grábens com altos internos (**Figure 9**). Ela é composta de três principais associações de litofácies (Figueiredo, 1981; Dias et al., 1988): (i) *alluvial fan/fan delta* e depósitos transicionais, (ii) margas e folhelhos lacustrinos, e (iii) *lacustrine pelecypod limestones* (coquinas).

(*landward-dipping*) que se separam da base do sal, resultando em grandes lacunas estratigráficas (Mohriak et al., 1995b).

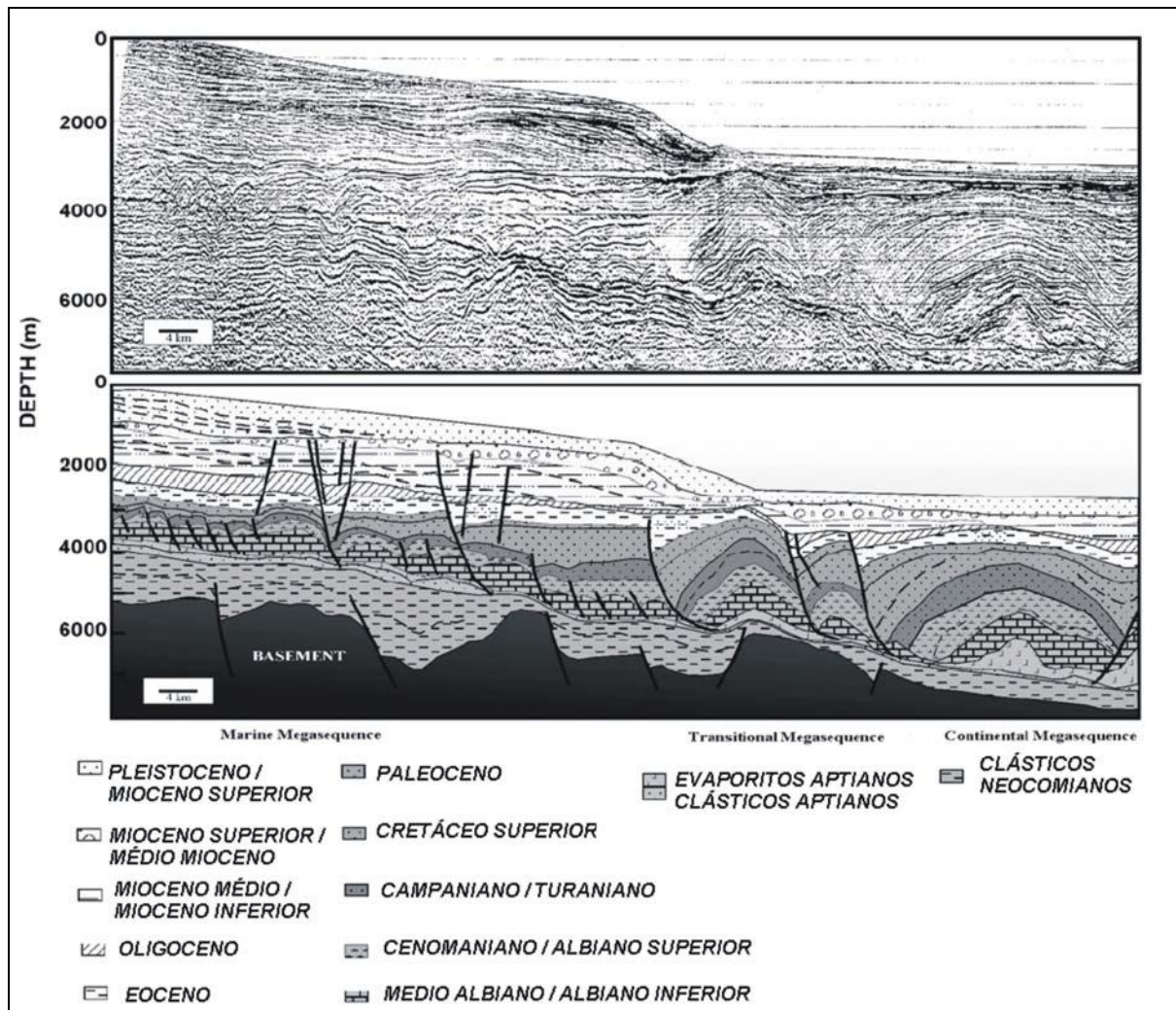


Figura 9 – Seção sísmica da bacia de Campos (Modifica de Mohriak *et al.*, 1995)

A passagem da megassequência transicional evaporítica para a megassequência marinha é gradacional, pontuada em discordâncias subregionais menores. O decaimento da anomalia termal criado durante a fase de estiramento (Mckenzie, 1978) e a progressiva movimentação da cadeia meso-oceânica entre o Brasil e a África causou o resfriamento e contração da litosfera, resultando no aumento da subsidência termal *offshore*. A contínua subsidência iniciou-se com a dissipação de barreiras do oceano Atlântico sul. Parte da megassequência marinha, compreendida entre o albiiano inferior até o cenomaniano superior, ainda está marcada por condições hipersalina e anóxicas (Dias-Brito, 1982; Dias- Brito, 1987). Condições maiores de mar aberto começou a prevalecer somente no Turiano superior. Essas mudanças ambientais foram usadas para subdividir a megassequência em superssequência

marinha restrita de carbonatos de água rasa e uma superssequência marinha aberta siliciclástica com ambientes que alcançaram profundidades batial a abissal (Dias-Brito and Azevedo, 1986).

A superssequência marinha restrita é também subdividida, baseada em características ambientais e litológicas, nas seqüências nerítica, hemipelágica e mais profundas. A superssequência marinho franco marca verdadeiramente a fase oceânica de deposição nas bacias brasileiras do leste, caracterizada por ambientes relativamente estáveis e uma maior diversificação biológica com paleoáguas profundas chegando a valores em torno de 1.000 a 2.000 m na plataforma atual (Koutsoukos, 1984; Koutsoukos, 1987).

3.2 - O Sistema deposicional Almirante Câmara

É composto por três grandes elementos fisiográficos: pelo cânion de Almirante Câmara, que serve como zona de *bypass* para sedimentos provenientes principalmente da plataforma atual, por um complexo de canais antigos e atuais, e pelo complexo de lobos. Esse sistema desenvolveu-se dentro de uma calha limitada por falhas lítricas, recobrimdo uma província de sal e que faz a ligação entre o cânion e o complexo de lobos (Machado *et al.*, 1998). Estes elementos são apenas parte de um sistema maior que avança além da borda externa do platô de São Paulo, onde desenvolve uma enorme acumulação mista turbidítica-contornítica (Viana *et al.*, 2003).

3.2.1 - Cânion de Almirante Câmara

O cânion de Almirante Câmara (**Figura 10**) é o único dos cânions atuais da bacia de Campos que se estende até a quebra da plataforma, o que levou a considerá-lo no típico estágio inicial da fase madura na evolução geomorfológica dessa feição. O cânion está orientado ligeiramente para leste-nordeste e se estende por 45 km da borda da plataforma até o talude inferior. Sua largura aumenta aproximadamente de 1 km da borda da plataforma para 5,5 km no talude superior e, diminuindo talude abaixo para 4 km. Seu vale é sinuoso, de bordas abruptas, que ocorre encravado na margem da plataforma submarina, servindo de caminho para fluxos sedimentares subaquosos, até a calha e/ou complexo de lobos. As

paredes do cânion são praticamente simétricas, apresentando relevo de 225 m, seu gradiente é em média 15° (Peres, 1990).

Na porção média do talude, o cânion sofre inflexão para sudeste, com baixa sinuosidade até próximo à sua base, com lâmina d'água de 2.000 m, onde se une a outro canal adjacente e a norte dele, continuando o percurso ao longo do Platô de São Paulo (Castro, 1992).

Os cânions Almirante Câmara e Itapemirim, dentre os demais cânions da bacia de Campos, são os únicos ativos desde o Oligoceno e que não migraram muito lateralmente desde então (Peres, 1990). Houve tão somente um avanço em direção ao continente ou ao oceano, de acordo com as flutuações do nível do mar e do aporte de sedimentos.

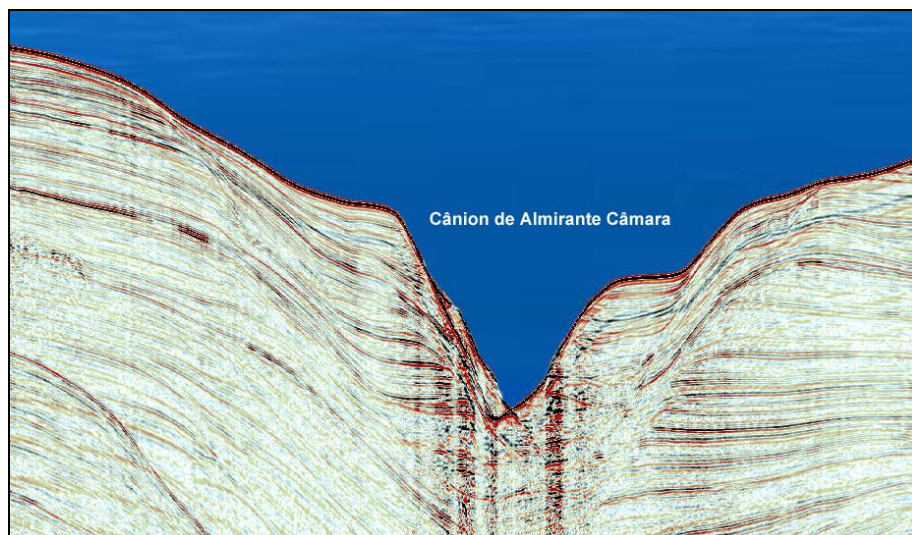


Figura 10 – Linha sísmica não-interpretada do cânion de Almirante Câmara (Matos, 2004).

Segundo Peres (1993), as partes superiores e médias do talude funcionam como a zona de *bypass* do sedimento. Quanto maior a zona de *bypass*, mais limpos serão os arenitos depositados. Durante o estágio de subida relativa do mar sedimentos da plataforma progradaram através do talude e se depositaram em ambientes de água profunda.

3.2.2 – Calha com complexo de canais

A calha contendo um complexo de canais em seu interior é o segmento que interliga o complexo de lobos, a jusante, com o cânion, a montante, compondo assim o sistema deposicional Almirante Câmara (**Figura 11**).

A calha é uma depressão batimétrica de cerca de 80 m de profundidade, 4 km de largura e mais de 13 km de comprimento, a qual já está preenchida por cerca de 100 m de sedimentos desde a discordância basal (Machado *et al.*, 1998). Abaixo desta calha moderna, a sísmica multicanal convencional mostra que o sistema deposicional se repete com pequena migração lateral. Dentro da calha, a sedimentação de turbiditos ocorre em uma miríade de canais entrelaçados. Ainda segundo Machado *et al.*, (1998), os canais formam uma rede similar em mapas de anomalia de amplitude de reservatórios de petróleo da bacia de Campos.

Os canais, com baixa sinuosidade (índice de sinuosidade de 1,05 a 1,2), possuem larguras que variam entre 40 e 600 m, e profundidades de 2 a 40 m. Os canais possuem alta razão areia/argila, sendo que a granulometria dos sedimentos arenosos varia de média a grossa (Machado *et al.*, 1998).

Falhas da bacia de Campos que atingem o fundo oceânico atual são controladas pela movimentação de evaporitos e formam paredões de sedimentos 10 vezes mais altos que os *levees* dos canais de turbiditos (Machado *et al.*, 1998).



Figura 11 – Elementos do sistema turbidítico moderno da bacia de Campos (Machado *et al.*, 1998).

Ainda com referência à calha com complexos de canais, Matos (2004), usando sísmica 3D em escala convencional, denominou-a em sua dissertação de mestrado como “complexo de canais antigos”, que muito provavelmente equivale ao sistema deposicional que (Machado *et al.*, 1998) disseram que se repete em subsuperfície abaixo do complexo de canais atual.

3.2.3 - Lobos e complexos de lobos

O complexo de lobos de Almirante Câmara está localizado na parte inferior (sopé) do talude, com gradiente em torno de $0,5^\circ$ no platô de São Paulo, em lâmina d'água que varia de 2.200 m a 2.400 m de profundidade. A área está aproximadamente na mesma latitude do cabo de São Tomé, no delta do rio Paraíba do Sul, e a nordeste dos campos gigantes de petróleo, Albacora e Roncador, da bacia de Campos.

O complexo de lobos está inserido em uma área aproximada de 260 Km^2 . Apresenta cerca de 120 metros de espessura, comprimento de 9 a 20 Km e largura de 2,8 a 10,7 Km (**Figura 12**).

Foi constatada na sísmica 2D de alta resolução, que o complexo de lobos é formado por um amalgamento de feições deposicionais lobadas de baixo relevo (Abreu, 2005).

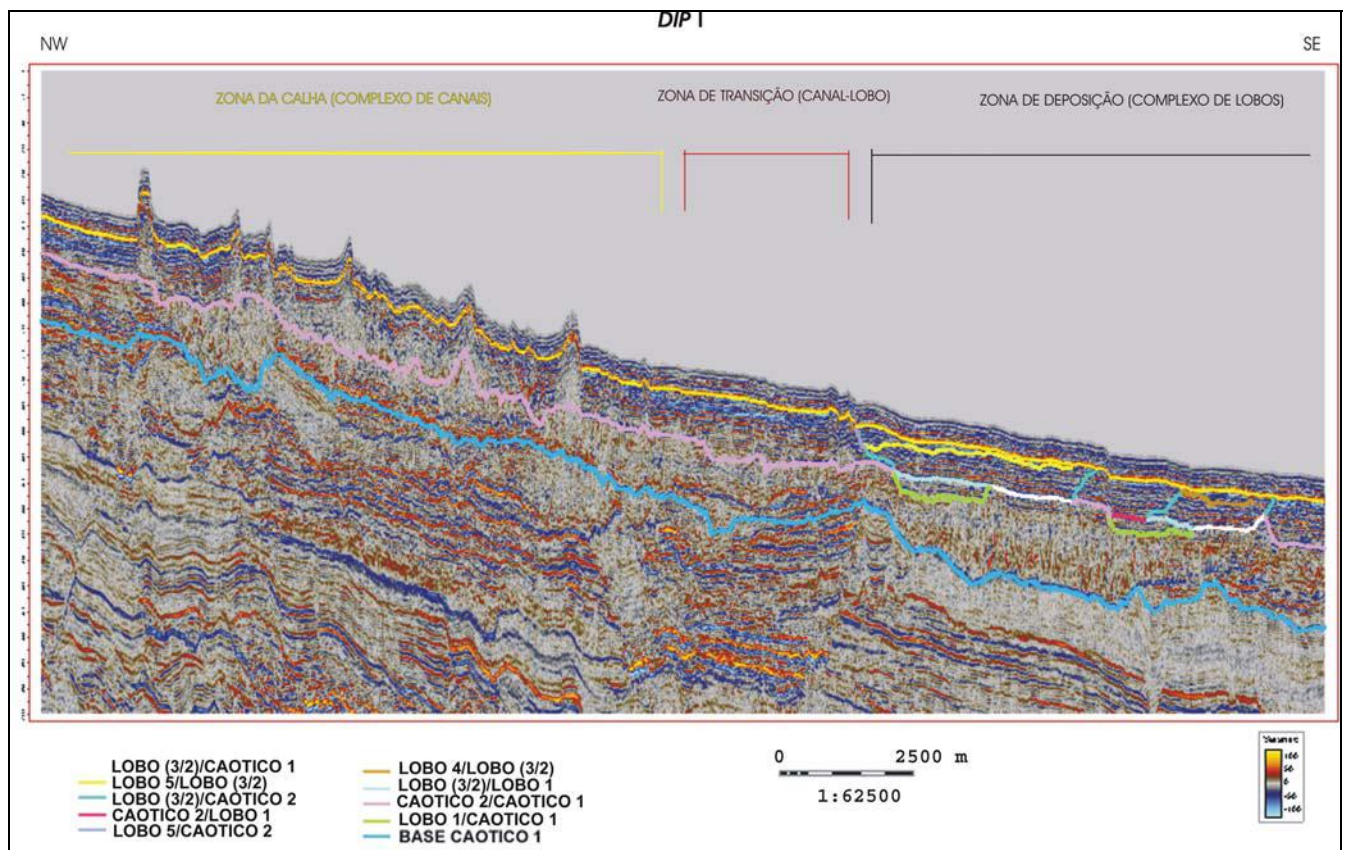


Figura 12 - Seção sísmica 3D convencional com as zonas que constituem o sistema de complexo de lobos e canais do Almirante Câmara, na visão *dip*, seção I.

4 –RESULTADOS

A interpretação dos dados sísmicos foi realizada seguindo os parâmetros das configurações internas das reflexões, das continuidades das reflexões, das amplitudes das reflexões e da forma externa e associação areal das fácies sísmicas, as quais constituem feições deposicionais identificadas neste trabalho. Os conceitos sismoestratigráficos aqui abordados se baseiam nos fundamentos de seqüência deposicional definidos por Mitchum Jr. *et al.* (1977) e da moderna Estratigrafia de Seqüências (Emery & Myers, 1996). Dentre todos os parâmetros, o da configuração interna das reflexões é o que melhor caracteriza uma fácies sísmica e por isso é o mais utilizado na sua análise. Neste trabalho foram identificadas sismofácies com padrões de configuração interna paralela/subparalela, caótica e progradante, e de preenchimento de calha e canais (**Tabela 2**).

Foram reconhecidas 7 unidades sismoestratigráficas do Pleistoceno/Holoceno a partir da interpretação de 12 seções sísmicas 3D, dentre as quais 5 dessas unidades representam o complexo de lobos do sistema deposicional do cânion Almirante Câmara (**Figura 13**), e são denominadas em ordem cronológica, da mais velha para mais nova de: feição caótica 1, lobo 1, lobo 3/2 e feição caótica 2, lobo 4, lobo 5 e por fim, último evento, sendo o lobo 3/2 aí representando os lobos 3 e 2.

Tabela 2 - Correlação entre as sismosseqüências e as sismofácies identificadas para cada unidade sismoestratigráfica

Sismosseqüências	Sismofácies
Último evento	Paralelo/ <i>onlap</i>
Lobo 5	Paralelo/ <i>onlap</i>
Lobo 4	Divergente/Progradante / <i>Onlap</i>
Lobo 3/2	Paralelo/Subparalelo
Caótico 2	Caótico/Subparalelo
Lobo 1	Paralelo/Subparalelo
Caótico 1	Caótico
Calha/complexo de canais	Preenchimento de calha/Canais

Essas feições foram previamente reconhecidas em sísmica 2D de alta resolução, portanto apenas bidimensionalmente e não espacialmente como é a proposta deste trabalho. Entretanto as espessuras aqui comentadas são de caráter meramente qualitativo por se basearem em comparação de intervalos de tempo e este não ter sido convertido em profundidade.

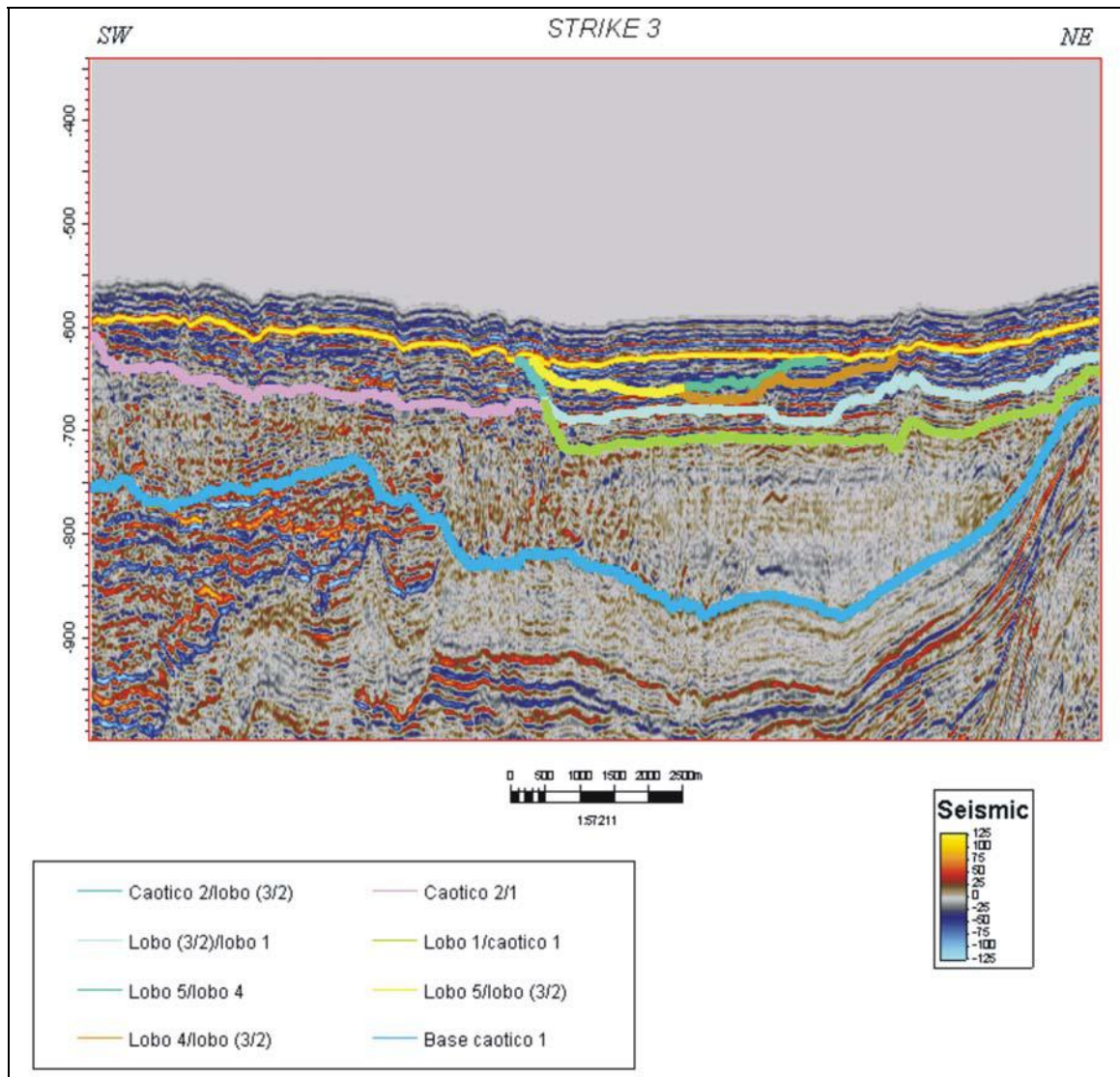


Figura 13 - Seção sísmica 3D convencional mostrando 6 das 7 sismossequências do sistema de complexo de lobos e canais, na visão *strike*, seção 3. Apenas a sismossequência último evento não aparece nesta figura.

4.1 - Descrição das Seções Sísmicas 3D, *Dip* e *Strikes*

Serão apresentadas abaixo as 12 seções sísmicas 3D que foram interpretadas, sendo reconhecidas 7 sismofácies já caracterizadas anteriormente (**Figura 14**).

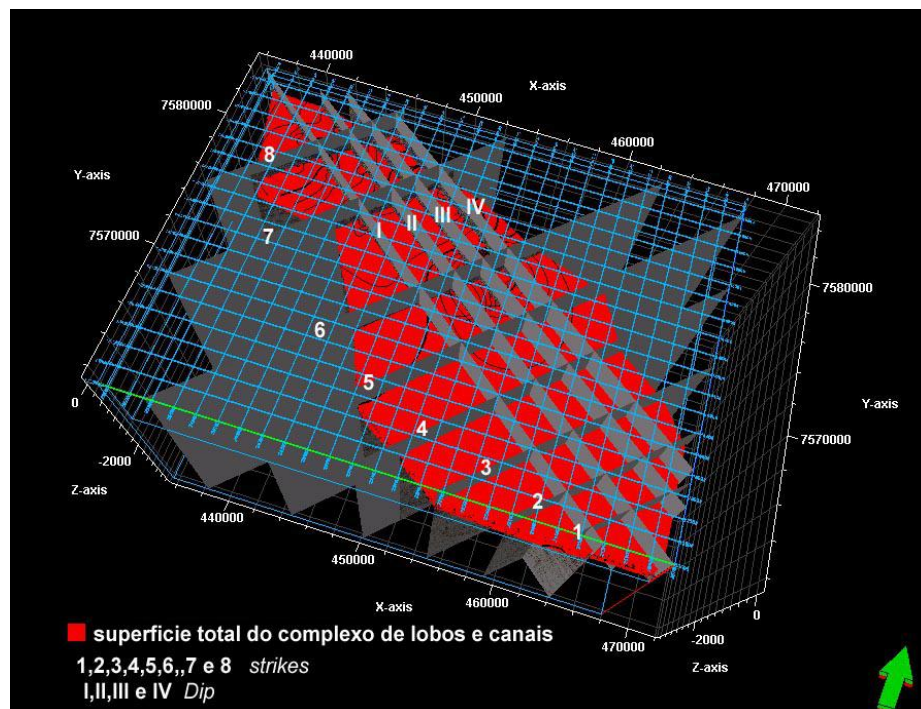


Figura 14 - Linhas sísmicas 3D distribuídas sobre a área do complexo de lobos e canais

4.1.1 – Seção 1 (*strike*) (SW-NE)

Esta seção sísmica secciona a área do complexo de lobos na zona distal do cânion, permitindo uma visualização frontal das sismossequências reconhecidas no complexo de lobos e canais. Observam-se todas as unidades sísmicas previamente descritas e bem representadas, assim como as discordâncias que as separam.

A sismofácies lobo 3/2 aparece nesta *strike* com refletores paralelos e contínuos bem marcados e por vezes refletores paralelos e descontínuos com fortes amplitudes onde aparecem configurando geometria de preenchimento de canais. Sua geometria externa é tabular e a mesma tem continuidade a E. A sismofácies caótico 2 aparece a W apresentando configuração interna de com refletores subparalelos a caótico, e quanto mais a oeste, maior é

o seu padrão caótico devido a escorregamentos do talude. Nesta seção ela aparece ilimitada a W.

A seção *strike* 1 contempla pacotes de refletores contínuos, bem marcados e predominantemente de altas amplitudes, e ainda apresenta feições configurando assinaturas sísmicas de complexo de lobos canalizados.

A sismossequência lobo 1 aparece representada por refletores contínuos e paralelos e com baixas amplitudes, tendo continuidade lateral a E e limitada a W pela sismossequência caótico 2. Nesta seção a sismossequência caótico 1, situada na base da sequência tem sua espessura um pouco maior do que a soma das espessuras de todas as outras sismossequências sotopostas a ela.

4.1.2 – Seção 2 (*strike*) (SW-NE)

A seção *strike* 2 é paralela à costa e está situada ainda na região distal, zona do complexo de lobos. Assim como a seção *strike* 1 ela também apresenta assinatura sísmica de feições de complexo de lobos canalizados devido a presença de refletores contínuos a semi-ontínuos, bem marcados e com feição externa de preenchimento de pequenos canais.

A seção *strike* 2 apresenta refletores paralelos, contínuos e extensos, com geometria externa tabular no seu topo representado pela sismofácies lobo 3/2, a qual aparece ilimitada a E. A sismossequência caótico 2 aparece acunhando-se lateralmente a sismossequência lobo 3/2.

Nesta seção já se torna possível visualizar as sismossequências lobo 5 e lobo 4, que são as mais recentes localizadas no topo da sequência, onde aparecem com geometria externa lenticular, sendo limitadas lateralmente. A sismossequência lobo 1 aparece nesta seção com continuidade lateral a E e limitado lateralmente a W pela sismossequência lobo 3/2.

A sismossequência caótico 1 apresenta uma geometria externa distorcida pela provável compressão lateral sofrida em função do deslocamento de domos salinos.

4.1.3 - Seção 3 (*strike*) (SW-NE)

Esta seção é paralela à costa e está situada ainda na parte distal, zona do complexo de lobos, contudo mais próxima da zona de transição canal-lobo.

Esta *strike* apresenta uma visualização clara de todo o pacote assentado sobre uma grande calha, o que é evidenciado pela paleotopografia da base da sismossequência caótico 1. Embora inicialmente tendo uma geometria externa tabular vista em *strikes* anteriores, esta sismossequência tem sua geometria externa alterada em *strikes* observados na porção proximal, zona da calha. Diante desse novo cenário, a sismossequência caótico 1 é mais espessa, e as sismossequências sotopostas a ela já tem um aspecto geométrico externo lenticular, sendo limitadas lateralmente a E pelo domo salino que aí se encontra, e lateralmente a W pela sismossequência caótico 2.

4.1.4 - Seção 4 (*strike*) (SW-NE)

A seção 4 é paralela às demais seções *strikes* e localiza-se também na zona do complexo de lobos. Ela permite a visualização de quase todas as sismossequências, excetuando-se apenas as sismossequência lobo 4 e último evento. Nesta seção as sismossequências 3/2 e caótico 2 apresentam continuidade lateral, ambas a E e W respectivamente. A sismossequência lobo 3/2 aparece erodida e por isso se apresentando subdividida, sendo preenchida localmente pela sismossequência lobo 5 imediatamente superior a ela. Esta última por sua vez aparece mais larga com geometria externa lenticular, onde seus refletores internos terminam *onlapando* superfícies da sismossequência lobo 3/2.

A sismossequência lobo 1 aparece com geometria externa lenticular, sendo limitada a W pela sismossequência caótico 2 e a E pela sismossequência lobo 3/2. A sismossequência caótico 1 volta a apresentar uma geometria externa tabular e é ilimitada lateralmente.

A sismossequência caótico 2 aparece mais larga, tendo continuidade lateral a W e limitada a E, acunhando-se sobre a sismossequência lobo 3/2.

4.1.5 - Seção 5 (*strike*) (SW-NE)

A seção 5 é paralela à costa assim como as outras *strikes* está situada na porção intermediária da área de complexo de lobos e canais e é aquela que permite a visualização de quase todos os lobos nessa direção, excetuando-se apenas o lobo 4 devido a sua ocorrência restrita.

Aparece aí a sismossequência último evento, esta por sua vez bem caracterizada pelo seu forte refletor na base, onde seus refletores internos terminam *onlapando* lateralmente a E

a superfície da sismossequência caótico 2, e tendo continuidade lateral a W em direção ao talude.

A sismossequência lobo 5 aparece, mantendo a sua geometria externa lenticular, porém um pouco mais espesso e menos largo do que na visão da *strike* representada na seção 4.

A sismossequência lobo 3/2 aparece acunhando-se lateralmente a sismossequência caótico 2 a W, tendo continuidade lateral a E. A sismossequência lobo 1 tem a sua menor largura e apresenta uma geometria lenticular sendo limitada lateralmente a W pela sismossequência caótico 1, e a E pela sismossequência lobo 3/2.

Esta seção permite a visualização clara da zona de transição canal-lobo, e é a seção *strike* de maior dimensão entre todas.

4.1.6 - Seção 6 (*strike*) (SW-NE)

A seção 6 está localizada na porção proximal da área do complexo de lobos e canais, mais precisamente na zona da calha e é paralela às outras *strikes*.

De todas as sismofácies caracterizadas, apenas as sismofácies caótico 2 e sismofácies caótico 1 podem ser vistas nesta seção, e ambas aparecem com configuração interna caótica, por vezes com pacotes isolados de refletores descontínuos e com geometria externa de preenchimento de canal, pois trata-se de uma zona intensamente canalizada, ora denominada zona da calha.

As duas sismossequências vistas nesta seção apresentam continuidade lateral a W sendo mais espessas, e mostram-se aparentemente limitadas a E, onde são menos espessas.

Embora não seja objetivo desse trabalho, podemos ver através dessa seção as feições complexo de canais antigo e feição plano-paralela situadas abaixo da base da sismossequência caótico 1, ambas mapeadas em 3D e reconhecidas por Matos (2004) em sua tese de “Análise do sistema turbidítico Almirante Câmara, Neógeno Superior da bacia de Campos”.

4.1.7 - Seção 7 (*strike*) (SW-NE)

Esta seção está localizada na porção proximal da área do complexo de lobos e canais e é paralela à costa.

É possível enxergar o domo salino a E, que limita a ocorrência lateral das sismossequências caótico 1 e caótico 2. Estas sismossequências por sua vez apresentam-se

mais estreitas e mantendo a mesma espessura quando vistas na *strike* representada pela seção 6.

Esta seção também nos mostra um bom contraste de amplitudes em ambas as sismofácies, caótico 1 e caótico 2, sendo a W mais homogênea com baixíssimas amplitudes, e a E mais heterogênea com amplitudes bem marcadas e de grandes variações.

4.1.8 - Seção 8 (*strike*) (SW-NE)

A seção 8 é paralela à costa e está localizada no extremo noroeste da área do complexo de lobos e canais, portanto é a *strike* mais proximal de todas.

As sismofácies caótico 1 e caótico 2 aparecem praticamente com as mesmas configurações quando vistas na *strike* representada pela seção 7, apenas diferenciando-se em espessura e em suas geometrias externas. A sismossequência caótico 1 aparece mais espessa a W, onde apresenta continuidade lateral e limitada lateralmente a E, onde acunha-se sob a sismossequência caótico 2. A sismossequência caótico 2 aparece ilimitada lateralmente e mais espessa a E.

4.1.9 - Seção I (*dip*) (NW-SE)

A seção I está localizada no extremo W da área do complexo de lobos e canais e é oblíqua à costa, e, portanto às outras *strikes*. A *dip* I aparece inclinada acompanhando a paleotopografia da área do complexo de lobos e canais.

A visão *dip* representada por esta seção mostra nitidamente a grande extensão das sismossequências caótico 1 e 2, desde a porção mais proximal, zona da calha, até a porção mais distal considerada como zona do complexo de lobos. É possível enxergar ainda as bordas laterais do complexo de lobos (visão de perfil), mostrando irregularidades presentes no lobo 1, que aparecem aí desconectados e no lobo 3/2 que aparece intercalado com a sismossequência caótico 2.

A ocorrência do lobo 5 é restrita, assim como o lobo 4, onde ambos aparecem com geometria externa lenticular, e limitados em seus extremos pelas sismossequências caótico 2 e lobo 3/2, respectivamente, portanto pouco extensos. Nesta seção os lobos 4 e 5 aparecem separados, ambos sobrepostos ao lobo 3/2.

A sismossequências caótico 2 e caótico 1 são ilimitadas em seus extremos se estendendo pra fora da área de estudo, sendo a sismossequência caótico 2 intercalada pela ocorrência de todo o complexo de lobos. Esta última acunha-se sobre o complexo de lobos, mais precisamente na zona de transição canal-lobo e torna a aparecer depois da ocorrência do complexo de lobos se estendendo para SE, fora da área de estudo.

4.1.10 - Seção II (*dip*) (NW-SE)

Esta seção está localizada na porção mediana da área do complexo de lobos e canais, e é oblíqua à costa.

A seção *dip* II mostra a sismossequência caótico 2 acunhando-se longitudinalmente sobre o lobo 5, feição essa confirmada na visão *strike* da seção 2, onde o mesmo aparece acunhando-se lateralmente sobre o lobo 3/2. O mesmo ocorre para a sismossequência caótico 1, onde esta aparece erodida na porção mediana preenchida pelo lobo 3/2, imediatamente superior.

A sismossequência caótico 1 aparece ilimitada em seus extremos e é mais espessa nos mesmos.

O lobo 3/2 aparece erodido e preenchido pelo lobo 5, confirmando a visão *strike* representada na seção 4. Neste novo cenário o lobo 5 superpõe em contato direto o lobo 1, onde este aparece com geometria externa lenticular e limitado em seus extremos a NW pela sismossequência caótico 1 e a SE pela sismossequência caótico 2.

O lobo 5 aparece com geometria externa lenticular e sotoposto ao lobo 4. Este último apresenta uma configuração interna divergente e seus refletores terminam *onlapando* a superfície do lobo 3/2.

4.1.11 - Seção III (*dip*) (NW-SE)

Esta seção está situada mais a E da área estudada e assim como as outras é oblíqua à costa. Nesta seção é possível visualizar (visão perfil) a grande extensão da sismossequência caótico 1, onde agora diferentemente da visão *dip* na seção II, ela aparece contínua e sendo mais espessa na porção distal, zona do complexo de lobos.

A sismossequência caótico 2 aparece no sentido SE acunhando-se sobre o complexo de lobos e é mais espessa no seu extremo NW.

O lobo 1 aparece acunhando-se no seu extremo NW sobre a sismofácies caótico 1 e é ilimitado para SE se estendendo pra fora da área de estudo.

O lobo 3/2 sotoposto ao lobo 1, também é limitado pela sismossequência caótico 1 no seu extremo NW, onde seus refletores internos terminam *onlapando* a superfície desta sismossequência. Na direção SE, o lobo 3/2 ocorre ilimitado e se estende pra fora da área de estudo.

Sotoposto ao lobo 3/2 ocorrem quase que simultaneamente os lobos 5 e 4, onde estes aparecem separados por uma superfície discordante erosiva.

4.1.12 - Seção IV (*dip*) (NW-SE)

A seção *dip* IV localiza-se no extremo E da área de estudo e é oblíqua à costa. Nesta seção é possível observar a ocorrência de um domo salino mais para NE, o qual intercepta a sismossequência caótico 1. Esta aparece limitada a NW, acunhando-se sobre a base da sismossequência caótico 2, sendo interceptada pelo domo de sal mais a E, e continuando sua ocorrência para SE.

Esta seção mostra as maiores dimensões longitudinais do complexo de lobos, quando consideradas as sismossequências caótico 1 e 2.

Sotoposto a sismossequência caótico 1 está assentado o lobo 1 que também é limitado a NW acunhando-se sobre a mesma sismossequência caótico 1, e ilimitado para SE, onde se estende pra fora da área de estudo.

O lobo 3/2 aparece limitado a NW onde seus refletores internos tangenciam a sua base e terminam acunhando-se sobre a sismossequência caótico 1. Este mesmo lobo é ilimitado a SE se estendendo pra fora da área de estudo.

O lobo 5 aparece no topo da sequência apresentando-se sotoposto às sismofácies caótico 2 e à sismofácies lobo 3/2.

4.2 - Sismossequências do sistema de complexo de lobos e canais do Almirante Câmara

4.2.1 - Caótico 1

A sismossequência aqui denominada caótico 1 consiste de depósitos cuja fácies sísmica possui padrão caótico, isto é, não possui organização dos seus refletores. Segundo Abreu

(2005) não foi possível enxergar as terminações dos refletores da sismofácies caótico 1 por estarem fora da área investigada em 2D de alta resolução, diferentemente do imageamento 3D onde seus refletores terminam tangenciando a sua base e acompanhando o relevo do domo salino. Entretanto suas terminações aparecem restrita a NE (*strikes* 7 e 8) (**Figura 15**), onde esta sismossequência aparece limitada pela barreira de sal, e em *gaps* na sua porção mediana quando vistas longitudinalmente (*dip* II e IV), contudo esta visão reflete apenas a sinuosidade de suas bordas laterais, e não propriamente os seus limites, visto que ela se estende para fora da área de estudo.

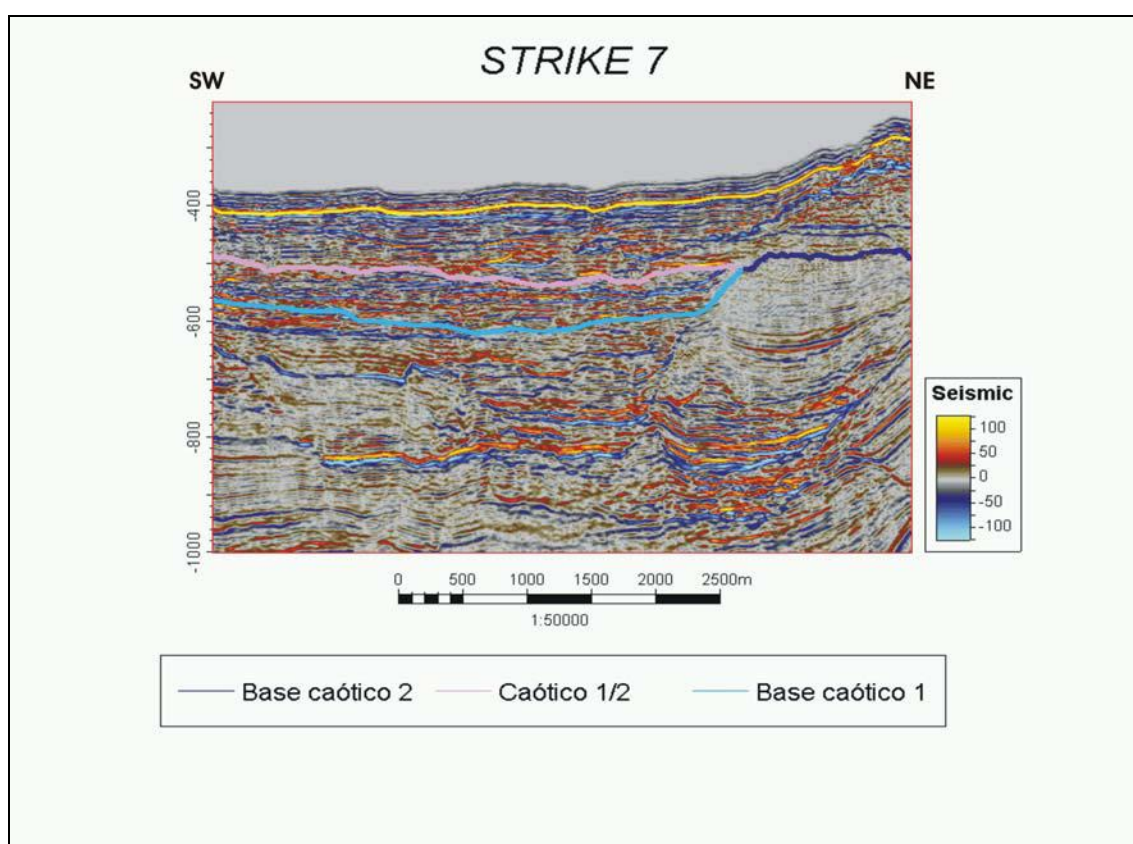


Figura 15 – Sismossequência caótico 1 mostrando a terminação de seus refletores a E. Observe como os refletores terminam tangenciando a superfície do domo salino a NE.

O caótico 1 é a sismossequência mais inferior dentre todas e é superposta, em contato direto ou não, por qualquer dos lobos deposicionais (1 a 5) ou a sismossequência caótico 2, que serão caracterizados mais adiante.

Apesar do padrão interno de configuração dos refletores ser caótico, é possível observar feições isoladas com refletores bem organizados, que segundo Abreu (2005) seriam *olistolitos*, que são megacamadas geradas num evento único e que se diferenciam das demais por sua espessura e extensão anômalas (Della Fávera, 2001). Por vezes apresenta amplitudes

bem marcadas e contraste de velocidades, mostrando nitidamente interfaces entre sedimentos arenosos e lamitos. Na porção proximal do cânion (*strike* 7), ela apresenta certa organização interna, onde seus refletores aparecem subparalelos e com amplitudes mais fortes, prováveis *olistolitos*.

A geometria externa dos depósitos caótico 1 é tabular e suas bordas laterais são irregulares. Os depósitos caótico 1 apresentam sua maior largura (16,8 Km, *strike* 5) e atingem maior espessura a SW nessa mesma *strike*. Sua largura aumenta à medida que se aproxima da zona de transição canal-lobo, e voltando a diminuir (9,4 Km, *strike* 8) já na porção proximal do complexo de canais, zona da calha. Constitui-se como a sismossequência mais extensa de todo o complexo de lobos e canais, e é limitada a NE pela muralha de sal, tendo continuidade lateral a W. Sua maior extensão é de 36.5 Km (*dip* I) e diminui consideravelmente para E culminando em 17,1 Km (*dip* IV), onde é localmente interceptada por um domo de sal.

4.2.2 - Caótico 2

Os depósitos denominados de caótico 2 representam a porção SW dos lobos 2 e 3 afetados pelos deslizamentos do talude (Abreu, 2005), contudo observamos neste trabalho que ele é bem mais extenso, se prolongando a NW (*dip* I,II,III e IV) pela zona da calha na porção proximal do cânion (**Figura 16**), e tendo continuidade lateral além da zona do complexo de canais a SW da área investigada, próximo ao talude. A sismossequência caótico 2 assim como a sismossequência caótico 1 apresenta um padrão interno de configuração dos seus refletores caótico, contudo tendendo a uma certa organização. Seus refletores aparecem por vezes descontínuos e com amplitudes bem marcadas, truncando lateralmente os lobos 3/2 (*strikes* 2, 3 e 4), assim como a sismossequência último evento e o lobo 5 (*strike* 5).

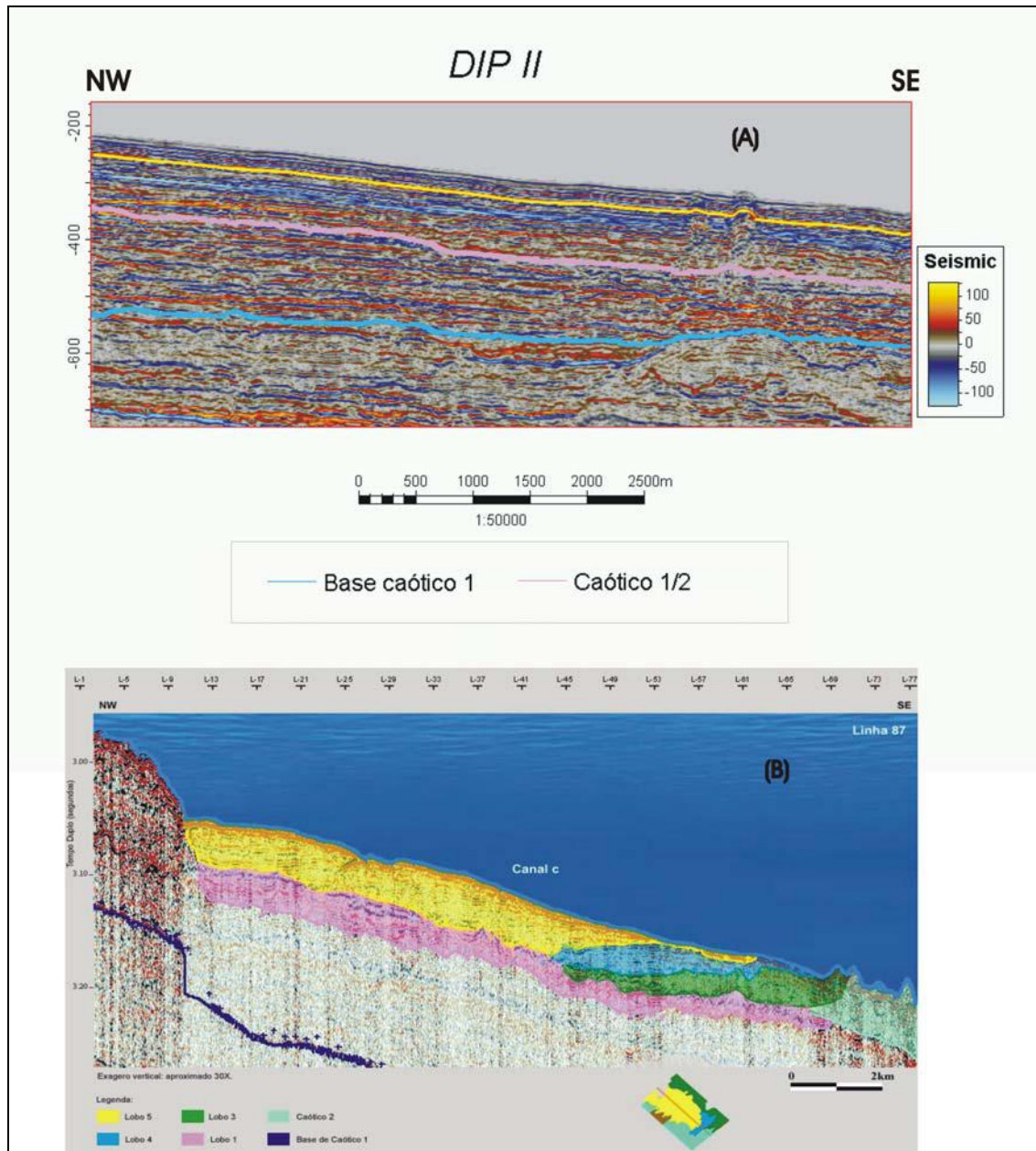


Figura 16 – Sismossequência caótico 2 extensa a NW na região proximal do cânion, zona da calha, visão *dip* em 3D (A). Sismossequência caótico 2 acunhando sob o lobo 3 a SE na região distal do cânion, zona dos lobos, visão *dip* em 2D (Abreu, 2005) (B).

A sismossequência caótico 2 assim como o complexo de lobos aparece fortemente canalizada, principalmente na zona da calha, onde podem ser observados feições mais proeminentes de canais em escalas variadas. Nesse aspecto essa sismossequência apresenta uma sismofácies com refletores bem marcados e em pacotes, apresentando grandes contrastes de amplitude dispostos paralelamente entre si e descontínuos, configurando uma geometria interna de preenchimento de canal. (Figura 17)

A sismossequência caótico 2 aparece sotoposta à sismossequência caótico 1 por quase toda a extensão do sistema de complexo de lobos e canais, excetuando-se apenas na porção

mais proximal a NW da área investigada (*dip IV*), tornando-se mais espessa na porção distal (*strikes 1 e 2*), zona de deposição do complexo de lobos, e menos espessa na zona proximal, zona da calha.

O pacote caótico 2 tem continuação lateral a W, na porção mais distal do cânion, na zona do complexo de lobos, e aparece limitado apenas na zona de transição canal-lobo (*strike 5*) pela sismossequência último evento, onde a partir daí em direção a montante ele é novamente ilimitado lateralmente.

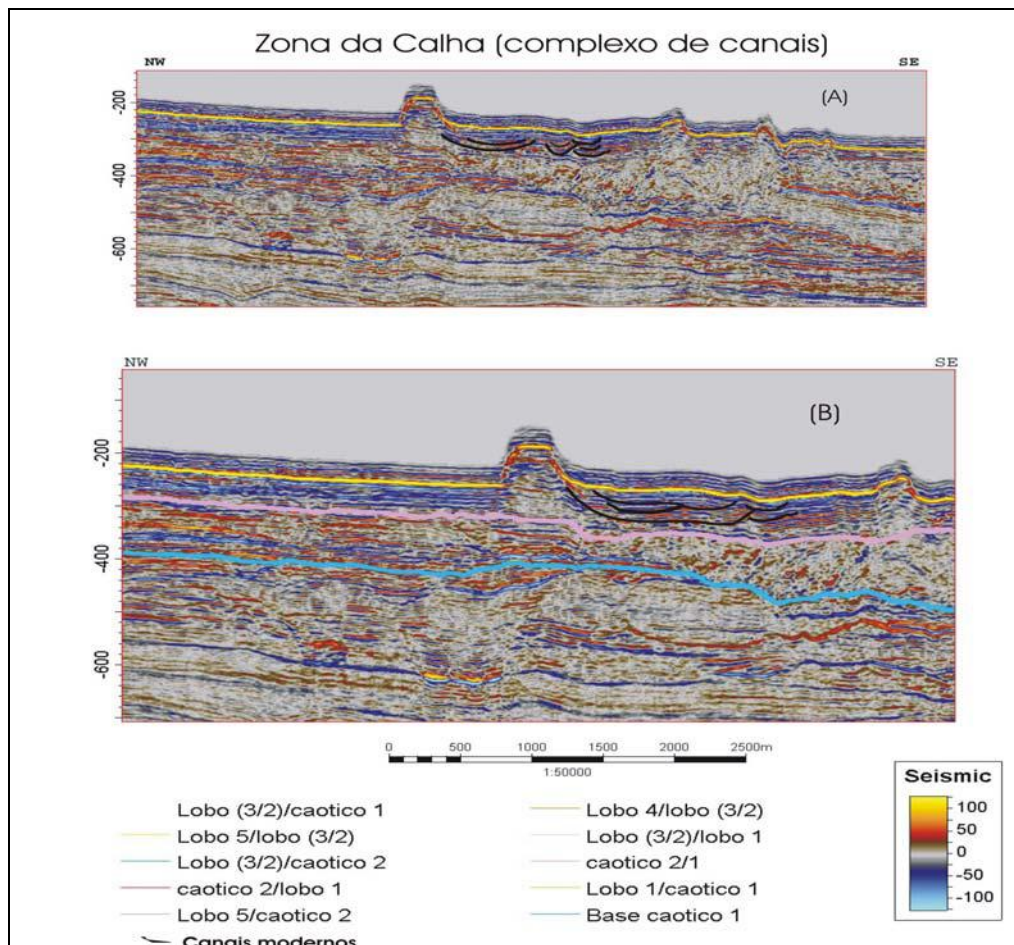


Figura 17 – Seção sísmica I, visão dip. (A) Seção interpretada mostrando canais modernos erodidos na sismossequência caótico 2, zona da calha. (B) Seção interpretada visualizando os depósitos caótico 2 e caótico 1 na zona da calha.

A geometria externa do depósito caótico 2 aparece em cunha, contudo esta morfologia é restrita apenas em relação a zona do complexo de lobos, onde seus refletores internos terminam truncando os lobos 5 e 3/2, estes a E daquela feição. A partir da zona de transição canal-lobo na direção da zona da calha, o depósito caótico 2 apresenta uma morfologia de lençol onde se estende lateralmente para fora da área de estudo (*strikes 6, 7 e 8*) (**Figura 18**).

O depósito caótico 2 apresenta-se mais largo (13.1 Km, *strike* 6) a NW da área de estudo, já na zona da calha, porção proximal, e tem sua menor largura na porção mais distal, extremidade do complexo de lobos (2.3 Km, *strike* 2). Sua maior extensão se dá a W da área de estudo, mais próximo do talude (25.6 Km, *dip* I), e é menos extenso a E (14.7 Km, *dip* IV), mais próximo a muralha de sal. Abreu (2005)

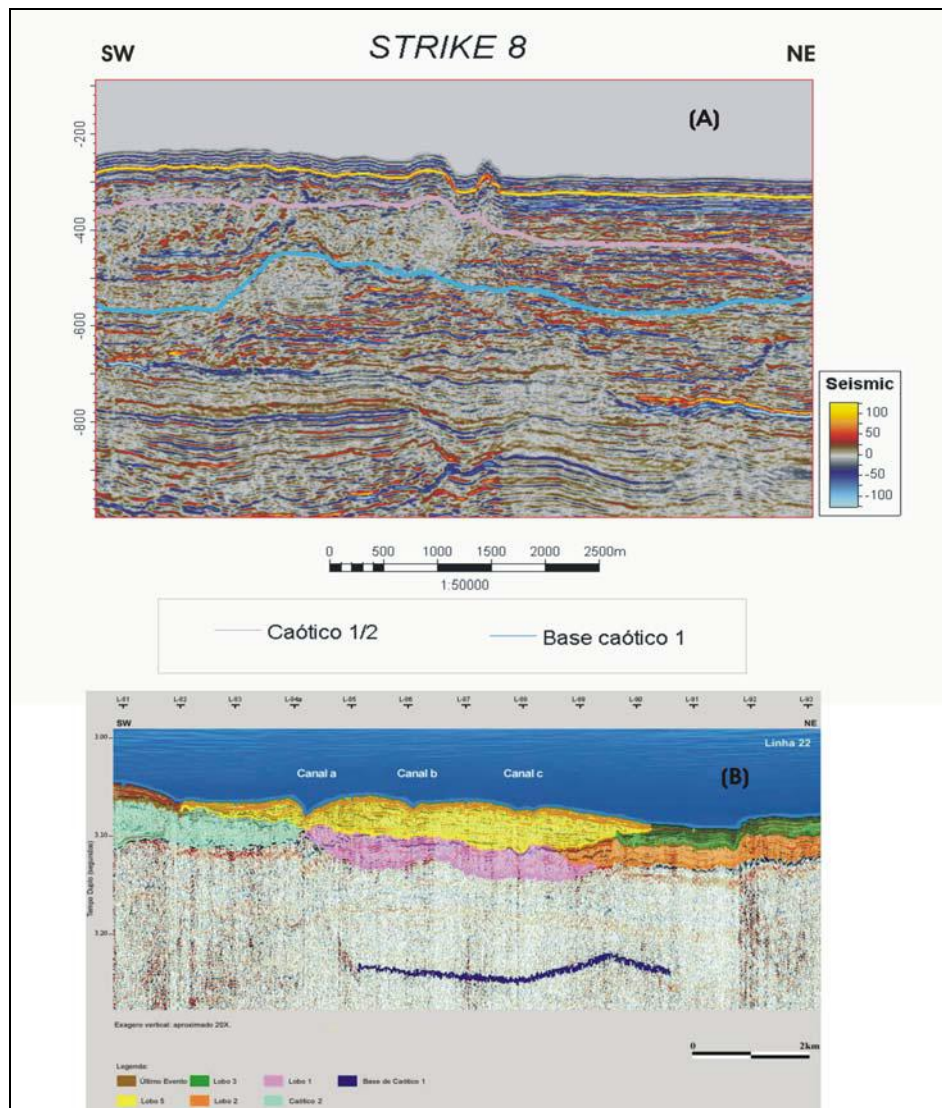


Figura 18 – Sismossequência caótico 2 com geometria externa tabular na visão *strike* em 3D (A). Sismossequência caótico 2 mostrando apenas geometria externa acunhada na visão *strike* em 2D (Abreu, 2005) (B).

4.2.3 - Último evento

A sismossequência último evento foi assim denominada em virtude de seu surgimento tardio em relação a todas as outras sismossequências. Segundo Matos (2004) esta feição tem provável origem no cânion Itapemirim, situado ao sul do Almirante Câmara.

A sua ocorrência é restrita a porção SW da área estudada (*strike* 5) e pode ser observada na sísmica 3D como uma fina camada próximo a superfície do fundo do mar. Esta sismossequência aparece sotoposta a sismossequência caótico 1 e lateralmente a sismossequência caótico 2, possuindo uma espessura que não ultrapassa os 15 metros (Matos, 2004).

A configuração interna de seus refletores é contínua, apresentando paralelismo entre si e com amplitudes bem marcantes, terminando em *onlap* contra a superfície discordante que o separa do caótico 2 (**Figura 19**). Esta sismossequência apresenta um refletor de alta amplitude, bem marcante designando sua superfície discordante com os pacotes caótico 1 e caótico 2.

O depósito denominado último evento apresenta uma morfologia lenticular e apresenta largura de 5 Km (*strike* 5).

Não foi possível obter a sua extensão devido a sua ocorrência ser restrita ao extremo SW da área investigada, e longitudinalmente por não conter dados que permitisse a sua visualização.

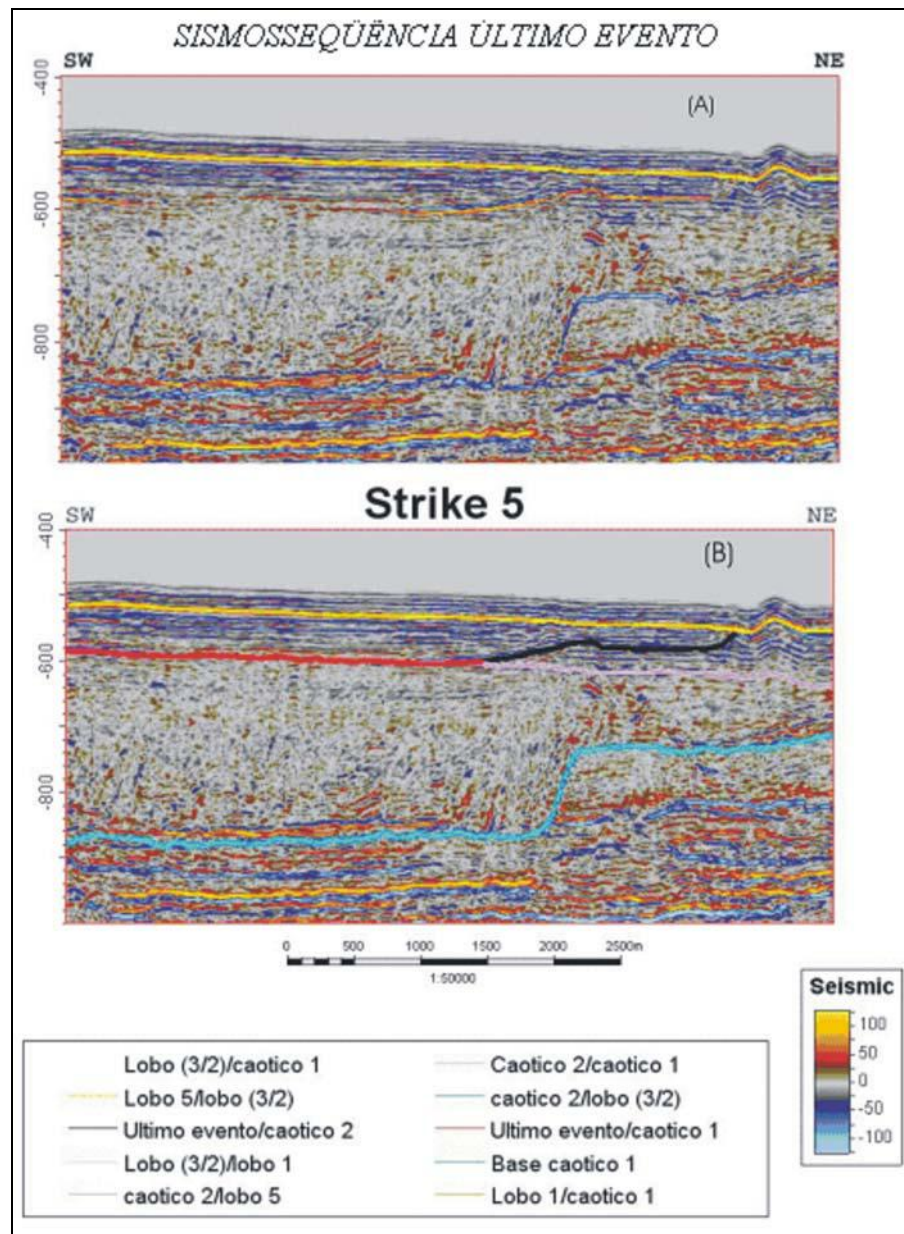


Figura 19 - Seção 3D convencional mostrando a sismossequência último evento na visão strike. **(A)** Seção não interpretada onde a sismossequência último evento aparece com seu típico refletor bem marcante na base. Observar a terminação dos seus refletores em *onlap* sobre a superfície a leste. **(B)** Seção interpretada.

4.2.4 - Lobo 1

O lobo 1 consiste em uma sismossequência cuja fácies sísmica possui padrão paralelo, descontínua, com altas reflexões e contraste de amplitudes. Trata-se da primeira unidade mais basal organizada, entretanto, o grau de organização não é tão grande devido aos movimentos ocorridos na área, causados pela halocinese. O lobo 1 superpõe o caótico 1, e pode estar recoberto pelos demais lobos mais novos e parcialmente pela sismossequência caótico 2.

O depósito lobo 1 apresenta morfologia incomum para um típico depósito turbidítico de águas profundas, devido a desproporcionalidade existente entre sua extensão e largura. Ele aparece na porção mais distal pouco largo (4,5 Km, *strike* 1), aumentando consideravelmente na porção mediana do complexo de lobos (9,7 Km, *strike* 4) e voltando a diminuir com a mesma largura inicial (4,5 Km, *strike* 5). Sua extensão inicialmente é pequena a W (4,7 Km, *dip* I) e aumenta progressivamente para E, atingindo 15.2 Km (*dip* III). Apresenta bordas irregulares, principalmente quando observado longitudinalmente (*dip* I) no seu extremo a W, onde aparece descontínuo como dois lobos independentes (**Figura 20**).

Ainda em relação a sua geometria externa o lobo 1 aparece lenticular na sua porção mais distal (*strikes* 1, 2 e 3), onde é limitado a W pela sismossequência caótica 1 e ilimitado lateralmente a E. Na sua porção mediana a proximal ele permanece com sua configuração externa, mantendo a sua forma lenticular, sendo limitado a W pelo depósito caótico 2 e a E pelo lobo 3/2 (*strike* 4), onde é parcialmente recoberto pelo lobo 5, devido a uma aparente descontinuidade em relação a deposição do lobo 3.

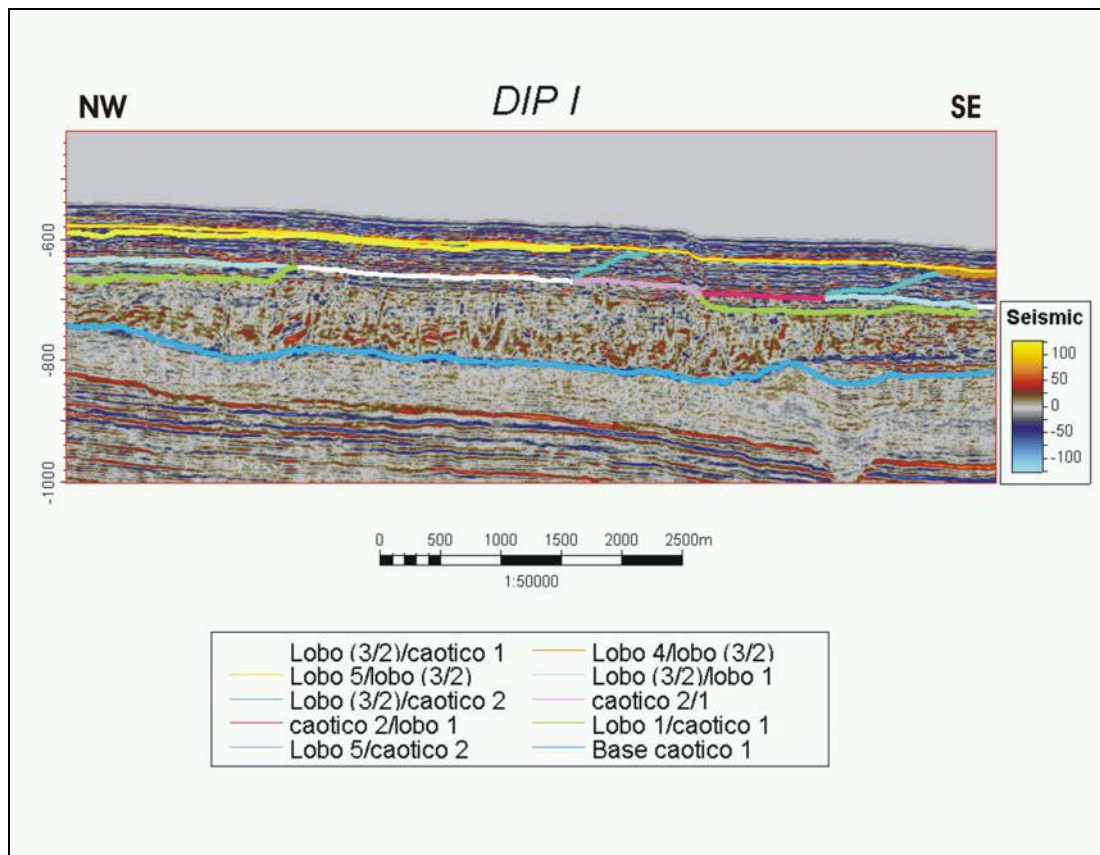


Figura 20 – Lobo 1 desconectado na visão *dip* em 3D, mostrando margem irregular a W

O lobo 1 apresenta uma espessura tão irregular quanto as suas dimensões, pois apresenta-se pouco espesso nas suas bordas, isso observado qualitativamente pelos seus extremos, e aumenta consideravelmente na sua porção mediana.

4.2.5 - Lobo 3/2

A sismossequência aqui denominada de lobo 3/2 consiste tipicamente de depósitos cuja sismofácies possui padrão de refletores paralelos e contínuos com alto contraste de impedância. A razão pela qual foi denominado lobo 3/2 se dá pela grande concordância existente entre os lobos 2 e 3 (Abreu, 2005), e portanto serão considerados juntos na caracterização de sua arquitetura deposicional na sísmica 3D.

Ainda em relação ao padrão de configuração interna de seus refletores, o lobo 3/2 apresenta refletores paralelos, longos e contínuos e por vezes descontínuos, com feições de pequenos canais preenchidos assim como refletores com grande contraste de impedância. Seus refletores apresentam amplitudes bem marcadas e predominantemente mais fracas nos seus extremos a E, assim como na sua porção mais distal.

O lobo 3/2 se distribui por uma área maior do que a área investigada, pois constituem-se em uma sismossequência ainda maior, que quando depositada, fora perturbada por escorregamentos provenientes do talude a SW da área estudada. Portanto, o lobo 3/2 aqui considerado equivale apenas a unidade não afetada dos lobos, e que ocorrem a nordeste da área em questão. A porção afetada dessa unidade maior é a sismofácies caótico 2, já caracterizada anteriormente.

A morfologia do lobo 3/2 é bastante heterogênea, considerando que o mesmo aparece limitado lateralmente a W pela sismofácies caótico 2 e ilimitado a leste, possuindo sua maior largura mais próximo a zona de transição canal-lobo (10.6 Km, *strike* 4) e sendo menos largo em sua porção mais distal (4.9 Km, *strike* 1). Ele é menos extenso a W (9.7 Km, *dip* I), onde é limitado a SE pela sismossequência caótico 2 e aparece intercalado em sua porção mediana com a sismossequência caótico 2, portanto apresentando uma margem irregular (**Figura 21**), que segundo Abreu (2005) teria sido provocada por perturbações que geraram a sismossequência caótico 2 e posterior erosão, antecedendo a deposição do lobo 4 e depois do lobo 5. A sua maior extensão é a E (15.8 Km, *dip* III), onde é ilimitado se estendendo para fora da área de estudo.

O lobo 3/2 é recoberto pelos lobos 4 e 5, e sotoposto as depósitos lobo 1 e caótico 1. O lobo 3/2 aparece amplamente erodido próximo da zona de transição canal-lobo e mais a W da área investigada, chegando a estar desconectado e subdividido como duas unidades (ver *strike* 4 e *dip* II), contudo ele reaparece a E na sua forma original. Nesse novo cenário o lobo 5, ora sotoposto ao lobo 3/2, aparece assentado sobre o lobo 1, ocupando o espaço erodido daquele lobo.

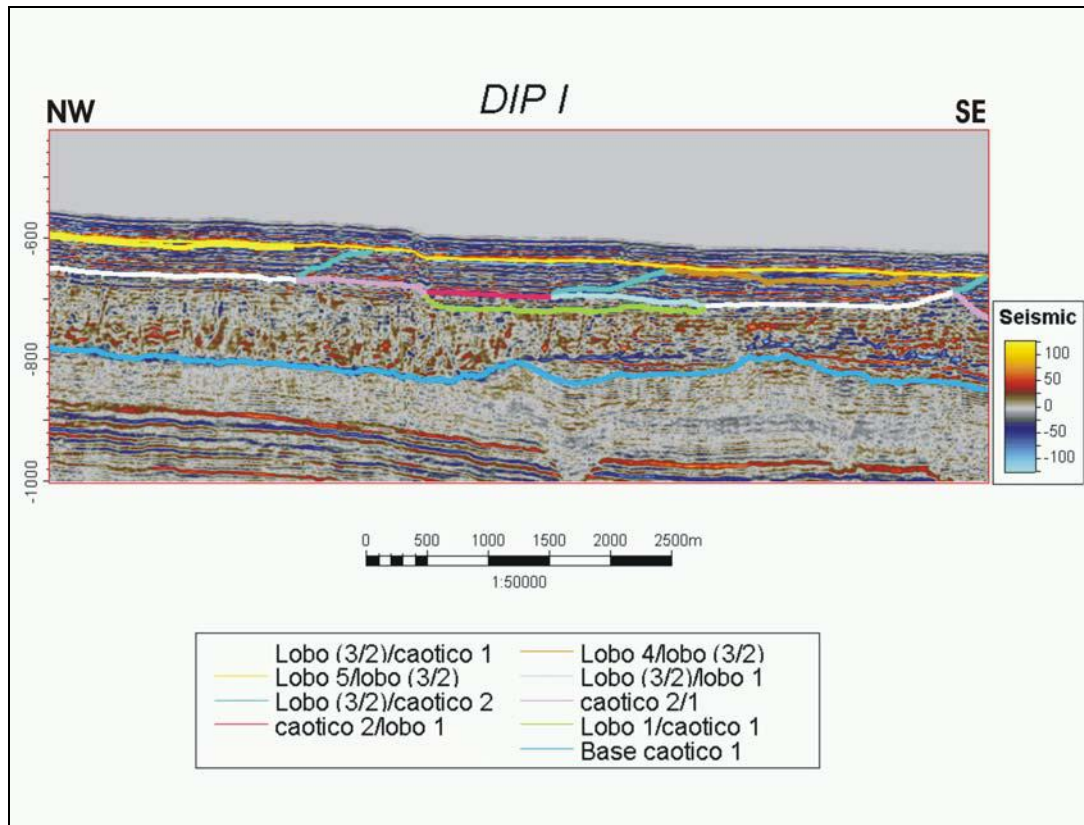


Figura 21 – Lobo 3/2 na visão *dip* em 3D mostrando margem irregular a W.

A espessura do lobo 3/2 é bastante homogênea e pode se observar ainda que qualitativamente, que a mesma se mantém para o depósito caótico 2. O lobo adelgaça-se em quase toda a sua extensão a W da área investigada, o qual faz contato com a parte caótica do respectivo lobo ou não, em áreas em que houve erosão antecedendo a deposição dos lobos mais novos. A parte mais homogênea do lobo 3/2 ocorre a NE da área estudada enquanto apresenta espessuras variáveis em pequenos canais mais a SE.

4.2.6 - Lobo 4

A sismossequência denominada lobo 4 consiste de depósitos cuja sismofácies possui padrão paralelo, contínuo, apresentando contraste entre seus refletores, porém com predominância de baixas amplitudes. Seus refletores podem apresentar terminações em *onlap* ou divergentes, tangenciando em direção as bordas do lobo, quando observados no sentido *strike*. Constituem, portanto, uma sismofácies organizada.

O lobo 4 é limitado lateralmente a E pelo lobo 3/2, onde seus refletores terminam *onlapando* a superfície que o separa deste último lobo. Ele é recoberto gradualmente pelo lobo 5 no sentido para E. Mais para W o lobo 4 aparece recobrindo parcialmente o lobo 3/2 e está no topo da sequência do complexo de lobos (*dip* I).

A geometria externa do lobo 4 é lenticular, onde seus refletores terminam tangenciando a base do lobo 5, subjacente a este (*dip* II). A ocorrência do lobo 4 é bem restrita à parte central-distal da área do complexo de lobos e constitui um dos menores lobos desse sistema, e por isso apresenta poucas dimensões quando comparados as outras feições. Ele é mais largo (4,5 Km, *strike* 2) e mais estreito (3,1 Km, *strike* 3), e aparece mais extenso mais a E (3,3 Km, *dip* II), tornando-se menos extenso a W (2,0 Km, *dip* I).

O lobo 4 apresenta uma espessura variada, sendo pequena nas suas extremidades e maiores em dois pontos distintos na sua parte central. Segundo Abreu (2005) esses pontos que ele chamou depocentros, teriam sido causados provavelmente pela movimentação de compressão de um domo de sal a SE da área estudada.

4.2.7 - Lobo 5

A sismossequência que representa o lobo 5 consiste de depósitos cuja sismofácies possui padrão de refletores longos e contínuos, paralelos horizontais e subparalelos ondulados, organizados e com contraste de velocidades bem marcados, e predominantemente de baixas amplitudes. Apresentam terminações *onlapando* lateralmente as superfícies dos lobos 3/2 e 4, assim como a sismossequência caótico 2 (*strikes* 3, 4 e 5) .

O lobo 5 é limitado lateralmente a W pelo lobo 3/2 e caótico 2, e a E novamente pelo lobo 3/2 (*strike* 4). Ele apresenta sua maior largura (8.8 Km, *strike* 4) na porção mais proximal, antes da zona de transição canal-lobo, e é mais estreito na porção distal (3.6 Km, *strike* 2) onde sua ocorrência é insipiente, já quase não mais aparente. A sua maior extensão

se dá na porção mediana (13.3 Km, *dip* II) e é menos extenso mais para W (6 Km, *dip* I). Ele é limitado a SE pelos lobos 3/2 e 4, e a NW pela sismossequência caótico 2, na visão *dip*.

O lobo 5 é a sismossequência do topo do complexo de lobos, e por isso mesmo considerada a mais recente, e segundo Abreu (2005) ainda em processo de formação, recobrando quase que totalmente os demais lobos.

A sua espessura varia de menos de 10 m nas bordas a mais de 50 m, em dois depocentros, adelgaçando-se distalmente (Abreu, 2005).

5 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A calha turbidítica inserida no cânion Almirante Câmara tem cerca de 3,5 km de largura por 150m de profundidade na fisiografia atual e, desde seu solo até 100 m abaixo do fundo marinho, apresenta assinaturas de areias. Ela pode ser dividida em Calha Proximal e Calha Distal, separadas entre si por um lobo deposicional. Constata-se que a porção arenosa do sistema turbidítico é depositada em uma calha, que mostra em seu interior inúmeros canais que se entrelaçam. Este entrelaçamento contendo abundante areia média/grossa com intercanais também arenosos indica que o tipo de fundo marinho tem uma altíssima razão areia/lama, podendo ser descrito como um *braidplain* arenoso (Machado *et al.*, 2004).

O “lobo” deposicional Almirante Câmara está localizado à frente do complexo de canais, com orientação NW-SE em lâmina d’água que varia de 2200 m a 2400 m de profundidade, com gradiente aproximado de 0.5°. Este “lobo”, embora não tenha sido o principal motivo da apresentação de Machado *et al.* (1998), teve sua origem relacionada com o posicionamento de depósitos de escorregamentos (fluxo de massas) do talude, o que provocaria um obstáculo aos fluxos gravitacionais turbidíticos.

Segundo Abreu (2005), o “lobo” possui o formato de um leque irregular, quando observado em planta e em imagens de sonar. Atualmente, dispondo-se de dados de sísmica de alta-resolução é possível observar que os depósitos de escorregamento (*debris-flow*) provenientes do talude foram depositados anteriormente e sob o “lobo”, em uma ampla área estendendo-se para posições além do mesmo, isto é, para nordeste. Assim, estes depósitos de escorregamentos ocorrem não somente na frente, como já se conhecia, como também sob o “lobo”.

Abreu (2005) reconheceu que o “lobo” Almirante Câmara acima mencionado, é na verdade composto de vários lobos delgados, justapostos lateral e longitudinalmente.

Os mecanismos de transporte e deposição mais conhecidos para os sedimentos de águas profundas são de acordo com Souza Cruz (1995): deposição lenta por suspensão dos pelagitos e hemipelagitos; redeposição de sedimentos provenientes de águas rasas e talude por movimento gravitacional de massa, incluindo turbiditos, e redeposição de sedimentos de mar profundo subsequente a remoção e retrabalhamento por correntes de fundo (contornitos).

Utilizando esses conceitos e a partir da análise feita das 12 seções sísmicas interpretadas e das 7 sismofácies identificadas, foi possível observar e caracterizar os elementos que constituem o sistema de complexo de lobos e canais do cânion Almirante Câmara, os quais são de extrema importância no estudo e/ou entendimento da arquitetura deposicional 3D do complexo de lobos e canais, objetivo deste trabalho.

A zona da calha, assim denominada pela ocorrência proeminente de feições de canais, atua como conduto de sedimentos para uma porção mais distal onde são depositados, formando feições lobadas, já reconhecidas previamente em sísmica 2D de alta resolução por Abreu (2005), e denominadas como complexo de lobos.

O complexo de lobos constituem os lobos modernos adelgados reconhecidos por Abreu (2005) e atuam como possíveis barreiras aos fluxos gravitacionais turbidíticos, onde sua origem está relacionada com o posicionamento de depósitos de escorregamentos (fluxo de massas) do talude (Abreu, 2005).

Nesse contexto foi possível observar através da sísmica 3D convencional que a parte afetada do lobo 3/2, reconhecidamente como sismossequência caótico 2, tem sua origem influenciada pelos escorregamentos do talude, onde apresenta padrão de configuração interno caótico, ocorrendo sempre a SW próximo ao mesmo talude. A confirmação de ser esta sismossequência uma continuidade do lobo 3/2 se dá justamente por sua continuidade longitudinal (dip I,) no sentido SE, se estendendo pra fora da área de estudo.

As visões *dip* e *strikes* representadas pelas seções em 3D da área de estudo, permitiu uma visualização mais ampla de todo o complexo de lobos e canais, fornecendo informações que complementam a investigação em sísmica 2D de alta resolução.

As 7 sismofácies pré identificadas e confirmadas agora em sísmica 3D convencional mostraram um pacote sedimentar com empilhamento retrogradacional (Abreu, 2005), evidenciados pela visão *dip* onde os lobos 5 e 4 aparecem deslocados para noroeste, considerados da base para o topo, com os seus refletores internos terminando em *onlap* sobre superfícies a montante e *downlap* a jusante do complexo de lobos (*dip* II e *strike* 3.). Isso confirma a proposição de Abreu (2005) indo contra o modelo de Machado *et al.* (1998) e Machado *et al.* (2004), considerado como progradante, com canais/lobos que se depositaram inicialmente na parte proximal, portanto estando aí os depósitos mais antigos e, posteriormente, os mais novos na parte distal.

De acordo com Abreu (2005) através da sísmica 2D de alta resolução, identificou que os lobos são sismossequências de 15 a 50m de espessura que estão separadas provavelmente

por camadas de lammas espessas que se intercalam nas camadas de preenchimento dos lobos. As barreiras de permeabilidade constituídas por tais camadas de lammas representam pausas maiores no suprimento de areias para o lobo, podendo estar associadas aos estágios de variações do nível do mar e, talvez, até mais importante, à atividade halocinética que causa avulsão de canais que distribuem sedimentos já sobre o lobo. Dessa forma a espessura dos sublobos estaria condicionada ao arranjo espacial das superposições entre os mesmos.

O imageamento 3D permitiu a confirmação dessa tese através de visualizações de *strikes* que mostram nitidamente a variação das geometrias externas das sismossequências, principalmente a sismossequência caótica 1, que é altamente dinâmica e é controlada por variações halocinéticas.

A direção do suprimento sedimentar se dá de uma forma geral na direção NW-SE, concordando com a geometria radial dos lobos, onde sedimentos arenosos agradam de noroeste para sudeste (Abreu, 2005).

A visualização obtida através da sísmica 3D de toda a área de complexo de lobos e canais, e mais precisamente na zona da calha, mostra a sismossequência caótica 2 grandemente canalizada e ao mesmo tempo mais espessa a NW. Esta informação aliada ao modelo de canais (Mutti & Ricci-Lucchi., 1975) sugere que a zona da calha seja uma grande fonte de suprimento de sedimentos para o complexo de lobos situado na porção mais distal de todo o complexo de lobos e canais. O depósito caótico 2 tem o seu mergulho para nordeste, se distanciando do talude.

Abreu (2005) afirma em sua tese que não foi possível enxergar as terminações dos refletores da sismossequência caótica 1 por estarem fora da área investigada em 2D de alta resolução, diferentemente do imageamento 3D onde seus refletores terminam tangenciando a sua base e acompanhando o relevo do domo salino. Entretanto suas terminações aparecem restrita a NE (*strikes* 7 e 8), onde esta sismossequência aparece limitada pela barreira de sal, e em *gaps* na sua porção mediana quando vistas longitudinalmente (*dip* II e IV), contudo esta visão reflete apenas a sinuosidade de suas bordas laterais, e não propriamente os seus limites, visto que ela se estende para fora da área de estudo.

O imageamento em sísmica 3D convencional permitiu visualizar uma área maior em relação à sísmica 2D de alta resolução, e de onde foi possível obter algumas informações, tais como:

- Foi confirmada a existência do domo salino a NE da área do complexo de lobos, confirmando dessa forma que a melhor das hipóteses para o suprimimento sedimentar do lobo 3/2 seria como os outros no sentido de NW para SE.

- Existe outro domo salino mais a NW da área de estudo que limita a ocorrência das sismossequências caótico 1 e 2 na porção mais proximal da mesma área (*strikes* 7 e 8).

- O contato direto do lobo 5 e o lobo 1 (*dip* II e *strike* 4) corroboram com as observações de Abreu (2005) acerca das irregularidades da margem sudoeste dos lobos 3/2 que sofreram perturbações, gerando o depósito caótico 2 e posterior erosão, antecedendo a deposição do lobo 4 e depois do lobo 5.

- Pacotes isolados de refletores superpostos entre si e paralelamente descontínuos foram observados na sismossequência caótico 1, sendo reconhecidos como *olistolitos* já mencionados por Abreu (2005).

6 – CONCLUSÕES

A partir da análise feita acerca das 7 sismossequências deposicionais identificadas e de suas relações espaciais entre si podemos chegar as seguintes conclusões:

A sísmica 3D convencional permitiu um maior entendimento sobre a história evolutiva do complexo de lobos, uma vez que a mesma permite um imageamento melhor sobre a área de estudo.

A partir de estudos feitos em sísmica 2D de alta resolução podemos utilizar a sísmica 3D convencional como complementação desses estudos.

O controle deposicional do complexo de lobos pode ser halocinético ou por variações do nível do mar, e isto também é válido para os depósitos caóticos.

A zona da calha representada pelas sismossequências caótico 1 e 2 e grandemente canalizada pode ser considerada como uma importante feição do sistema turbidítico, atuando como zona de *bypass* para sedimentos provenientes da borda da plataforma e que vão alimentar o complexo de lobos.

O modelo de deposição do complexo de lobos do Almirante Câmara é retrogradante, o que já tinha sido reconhecido por Abreu (2005) na sísmica 2D de alta resolução e agora confirmada pela sísmica 3D convencional.

Foi possível confirmar a perturbação sofrida pela sismossequência lobo 3/2 na sua porção W, representada pela sismossequência caótico 2 mais próxima do talude, ora considerada por Abreu (2005).

Foi reconhecido a sismossequência denominada último evento, como um evento episódico ocorrido isoladamente em regime progradacional sobre a sismofácies caótico 2 e sobre a sismofácies mais basal caótico 1.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU C. J. 2005.** *Complexo de Lobos do Sistema Depositional Moderno de Águas Profundas Almirante Câmara Imageado por Sísmica de Alta-Resolução, Bacia de Campos*. Tese de doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 130p.
- ALVES, E. C., GORINI, M. A.; RODRIGUES, P. C. H.; SILVA C. G., 1980.** Estudo da sedimentação quaternária na região entre Rio Doce e Cabo Frio. XXXI Cong. Bras.Geol.Camburiú (SC), V.1, P. 515-529.
- ASMUS, H. E & GUAZELLI, W., 1981.** Descrição sumária das estruturas da margem continental brasileira e das áreas continentais e oceânicas adjacentes, hipótese sobre o tectonismo causado e implicações no prognóstico de seu potencial em recursos minerais. In: Asmus, H. E.,ed. Estruturas e tectonismo da margem continental brasileira e de suas implicações nos processos sedimentares e na avaliação do potencial de recursos minerais. Rio de Janeiro, Petrobrás.(Projeto, Remac, 9) p. 187-269.
- BREHME, I., 1984.** Vales submarinos entre o banco de Abrolhos e Cabo Frio, Rio de Janeiro. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 116pp.
- CAINELLI, C , MOHRIAK, W.U , 1999.** *Some remarks on the evolution of sedimentary basins along the eastern Brazilian continental margin*. Episodes, v. 22, p. 206-216.
- CASTRO, D.D. 1992.** *Morfologia da margem continental sudeste-sul brasileira e estratigrafia sísmica do sopé continental*. Tese de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 140 p.
- CASTRO D. D.; RIZZO, J.G.; HEINERICI, J.; CADDAAH, L.F.G., 1995.** Geometry of five submarine slumps complexes – Campos Basin, Brazil. 4 Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica, Rio de Janeiro, RJ-Brasil 2, 615-618.
- CHANG, H. K., R.O. KOWSMANN, A.M.F. FIGUEIREDO, AND A. BENDER, 1992,** Tectonics and Stratigraphy of the East Brazil Rift System: an Overview: Tectonophysics 213, p. 97-138.

- COBBOLD, P.R., P. SZATMARI, L. S. DEMERCIAN, D. COELHO, AND E.A. ROSSELLO, 1995**, Seismic Experimental Evidence for Thin-Skinned Horizontal Shortening by Convergent Radial Gliding on Evaporites, Deep-Water Santos Basin, *in* Jackson M.P.A, R.G. Roberts, and S. Snelson, eds, Salt Tectonics: a Global Perspective: AAPG Memoir 65, p. 305-321.
- DELLA FÁVERA, J.C. 2001**. *Fundamentos de estratigrafia*. Rio de Janeiro, Ed. UERJ, 264 pp.
- DIAS-BRITO, D., 1982**, Evolução Paleoecológica da Bacia de Campos durante a Deposição dos Calcilutitos, Margas e Folhelhos da Formação Macaé (Albiano e Cenomaniano?): Boletim Técnico da Petrobras, v.25, p.84-97.
- DIAS-BRITO, D. AND R.L.M. AZEVEDO, 1986**, As Sequências Depositionais Marinhas da Bacia de Campos sob a Ótica Paleoecológica: XXXIV Congresso Brasileiro de Geologia, Goiânia, p.38-49.
- DIAS, J.L., J.Q. OLIVEIRA, AND J.C. VIEIRA, 1988**, Sedimentological and Stratigraphic Analysis of the Lagoa Feia Formation, Rift Phase of Campos Basin, Offshore Brazil: Revista Brasileira de Geociências, v.18, p.252-260.
- DIAS, J. L.; SCARTON, J. C.; ESTEVES, F. R.; CARMINATTI, M.; GUARDADO, L. R. 1990**. Aspectos da evolução tectono- sedimentar e a ocorrência de hidrocarbonetos na Bacia de Campos. *In*: Origem e evolução de bacias sedimentares, ed. **GABAGLIA, G. P. R. & MILANI, E., J.** p 333-359.
- EMERY, D., MYERS, K.J. 1996**. *Sequence Stratigraphy*. Uxbridge, London, Blackwell Science, 297 pp.
- ESTEVES, M. G. P., 1996**. Movimentos de massa: um estudo de integração de dados geológicos, geofísicos, geotécnicos e oceanográficos. Dissertação de mestrado, Universidade Federal Fluminense - Lagamar. Niterói. 158 p.
- FEIJÓ, F.J., 1994**, Bacias de Sergipe e Alagoas: Boletim de Geociências da Petrobrás, Rio de Janeiro, v.8, n.1, p.149-161.
- FIGUEIREDO, A.M.F., 1981**, Depositional Systems in the Lower Cretaceous Morro do Chaves and Coqueiro Seco Formations and their Relationship to Petroleum Accumulations: Middle Rift Sequence, Sergipe/Alagoas Basin, Ph.D. Thesis, University of Texas of Austin, 302p.

- FIGUEIREDO JR, A. G. ; SANDERS, J. E. ; SWIFT, D. J. P. 1982.** Storm-graded layers on inner continental, shelves: examples from southern Brazil and the Atlantic coast of the central United States. *Sedimentary Geology*, Estados Unidos, v. 31, p. 171-190.
- GARCIA, A.J.V., 1991,** Evolução Sedimentar da Sequência Pré-Rift das Bacias Costeiras e Interiores do Nordeste Brasileiro: Pesquisas, Instituto de Geociências, UFRGS, v.18, p.3-12.
- GORINI, M. A.; MALDONADO, P. R.; SILVA, C. G.; SOUZA, E. A.; BASTOS, A. C., 1998.** Evaluation of deep water submarine hazards at Campos Basin, Brasil. *Offshore Technology Conference OTC 8644*, 133-141.
- KOUTSOUKOS, E.A.M., 1984,** Evolução Paleoecológica do Albiano ao Maestrichtiano na Área Noroeste da Bacia de Campos, Brasil, com base em Foraminíferos: XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia, v.2, p.685.
- KOUTSOUKOS, E. A. M., 1987,** A Área Noroeste da Bacia de Campos, Brasil, do Mesocretáceo ao Neocretáceo: Evolução Paleoambiental e Paleogeográfica pelo Estudo de Foraminíferos: Revista Brasileira de Geociências, v.17, p.168-172.
- MACHADO L. C. R., KNOWSMANN R. O., ALMEIDA JR. W., MURAKAMI C.Y., SCHREINER S., MILLER D. J., PIAULINO P.O. V. 1998.** Modern turbidite system in the Campos Basin: Key to erivoir heterogeneities. *In: American Association of Petroleum Geologist International Conference & Exhibition*, Rio de Janeiro, CD.
- MACHADO, L.C.R.; KOWSMANN, R.O.; ALMEIDA Jr. W.; MURAKAMI, C.Y.; SCHREINER, S; MILLER, D.J.; PIAULINO, P.O.V., 2004.** Geometria da porção proximal do sistema deposicional turbidítico moderno da Formação Carapebus, Bacia de Campos; modelo para heterogeneidades de reservatório. B. Geoci. Petrobrás, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p.287-315, maio/nov.
- MATOS R. S. 2004.** *Análise do Sistema Turbidítico Almirante Câmara, Neogeno Superior da Bacia de Campos.* Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 87 p.
- MCKENZIE, D., 1978,** Some Remarks on the Development of Sedimentary Basins: Earth and Planetary Science Letters, v.40, p. 25-32.

- MIZUSAKI, A.M.P., A. THOMAZ FILHO, AND J.G. VALENÇA, 1988.** Volcano-Sedimentary Sequence of Neocomian age in Campos Basin (Brazil): *Revista Brasileira de Geociências*, v. 18, p. 247-251.
- MITCHUM JR., R.M., VAIL, P.R., SANGREE, J.B. 1977.** Seismic Stratigraphy and global changes of sea level, part. 6: stratigraphic interpretation of seismic reflection patterns in depositional sequences. *In: PAYTON, C.E. (ed). Seismic stratigraphy – applications to hydrocarbon exploration.* Tulsa, AAPG, p. 117-133 (Memoir 26).
- MOHRIAK, W.U., 1995.** Salt tectonics structural styles: contrasts and similarities between the South Atlantic and the Gulf of Mexico. *In: Travis, C.J., Harrison, H., Hudec, M.R., Vendeville, B.C., Peel, F.J., and Perkins, B.E. (eds.), Salt, Sediment and Hydrocarbons, GCSSEPM Foundation 16th Annual Research Conference, Houston, Texas, p. 177-191.*
- MOHRIAK, W.U., MACEDO, J.M., CASTELLANI, R.T., RANGEL, H.D., BARROS, A.Z.N., LATGÉ, M.A.L., RICCI, J.A., MISUZAKI, A.M.P., SZATMARI, P., DEMERCIAN, L.S., RIZZO, J.G., AND AIRES, J.R., 1995 B.** Salt tectonics and structural styles in the deep-water province of the Cabo Frio region, Rio de Janeiro, Brazil, *in: M.P.A. Jackson, D.G. Roberts, and S. Snelson (eds.), Salt tectonics: a global perspective. AAPG Memoir 65, p. 273-304.*
- MUTTI E. & RICCI-LUCCHI F. 1975.** Turbidite fácies and fácies associations. *In: Examples of turbidite fácies and fácies associations from selected formations of the northern Apenines. In: Internacional Sedimentologic Congress, 9, Nice, Field Trip Guidebook A- II, 2, p.1-36.*
- PAYTON, C. E., 1977.** (ed.). Seismic Stratigraphy – applications to hydrocarbon exploration. Tulsa, AAPG, 99-116. (Memoir # 26)
- PELLIZZON M. M. 2005.** *Caracterização das Unidades Sísmicas, Processos Sedimentares e Idade do Cânion Almirante Câmara, Bacia de Campos.* Dissertação de Mestrado, PPGGM, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 73 p.
- PERES, W. E., 1990.** Seismic-stratigraphic study of the Oligocene-Miocene shelf-fed turbidite systems of the Campos Basin, Brasil. Ph. D. Dissertation, The University of Texas at Austin. 188p.
- PERES, W.E. 1993.** Shelf-fed turbidite system model and its application to the oligocene deposits of the campos basin, brazil. AAPG Bulletin, 77(1):81-101.

- RANGEL, H.D., MARTINS, F.A.L., ESTEVES, F.R.; FEIJÓ, F.J. 1994.** Bacia de Campos. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, Rio de Janeiro, p. 203-218.
- RANGEL, H.D., SANTOS, P.R.S. & QUINTAES, C.M.S.P. 1998.** Roncador Field, a new giant in Campos Basin, Brasil Offshore Technology Conference, 30., Houston, Tex., 1:579-587.
- SANGREE, J. B. & WIDMIER, J. M., 1977.** Interpretation of deposicional facies from seismic data. *Geophysics*, v. 44, p. 131-160.
- SOUZA CRUZ, C. E., 1995.** Estratigrafia e Sedimentação de Águas Profundas do Neogeno da Bacia de Campos, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 186p.
- VAIL, P. R., MITCHUM JR, R. M., THOMPSON III, S. 1977.** Sismic stratigraphy and global changes of sea level, part 3: Overview. In: PAYTON, C. E. (ed.). *Seismic Stratigraphy -applications to hydrocarbon exploration*. Tulsa, AAPG, 99-116. (Memoir # 26)
- VIANA, A.R. 1998.** Le Role et L'Enregistrement des Courants Oceaniques Dans les Depots de Marges Continentales: La Marge du Bassin Sud-est Bresilien. L'Université Bordeaux I. These Docteur. 331p.
- VIANA, A.R.; FIGUEIREDO Jr., A. G.; FAUGÈRES, J.C.; LIMA, J.A.M.; GONTHIER E.; BREHME I.; ZARAGOSI S., 2003.** The São Tomé deep-sea turbidite system (southern Brazil Basin): Cenozoic seismic stratigraphy and sedimentary processes. *AAPG Bulletin*, v. 87, no. 5 (May 2003), pp. 873-894.
- ZALÁN, P.V.,S. WOLFF, M.A.M. ASTOLFI, I.S.VIEIRA, J.C.J. CONCEIÇÃO, V.T. APPI, E.V.S. NETO, J.R. CERQUEIRA, AND A. MARQUES, 1990,** The Paraná Basin, Brazil in Leighton, M.W., D.R. Kolata, D.S. Oltz, and J.J. Eidel, eds., *Interior Cratonic Basins: AAPG Memoir 51*, p. 681-701.